

# Radiový Konstruktor

ROČNÍK I

1965

č. 5

Všechny technické nároky, možnosti uspokojení jak začátečníka, tak člověka hloubavého a technicky vyspělého se staví radiové řízení modelů do přední řady tzv. technických sportovních disciplín. Jako každý obor má též svoji historii.

Téměř před sto lety postavil Alphons Pénaud z bambusu, papíru a gumy první létající modely a tím i první létající letadla těžší vzduchu. Od té doby existuje to nejtěsnější spojení mezi skutečnými letadly a jejich modely, vzájemné předávání zkušeností. Asi před 30 lety se letadla začala prudce „radiotehnizovat“ – první model letadla řízený radiem byl sestrojen bratry Goodovými v téže době. Radiové řízení se pak ujalo i u jiných mo-

delů (lodí, vlaků), ale první slovo v technice R/C patří stále leteckému modelářství. Když se ve čtyřicátých letech objevily lehké a výkonné elektronky, miniaturní součásti, lehké zdroje a konečně v polovině padesátých let i tranzistory, zažili jsme prudký vývoj R/C modelů. Od jednokanálových primitivních zařízení se přešlo k vícekanálovým, objevily se soupravy proporcionalní, začala se aplikovat impulsní modulace, vedoucí k tzv. digitálním soustavám.

Letadlo i létající model letadla prodělávají neustále a paralelně svůj vývoj. U letadla dnes již nepovažujeme za úspěch to, že létá – to je samozřejmé. Rozhodující částí letadla není již drak a motor, ale jeho výstroj, elektronika a

## dnes Řízený model zítra Kosmická Sonda

automatika. Této kvalitativní změně v letecké technice odpovídá i kvalitativní změna v technice létajících modelů – je to přechod od volně létajících modelů k modelům řízeným radiem. Na letošním mistrovství světa pro radiem řízené modely předvedli účastníci 63 souprav. Z toho 61 bylo plně tranzistorovaných, 20 jich bylo proporcionalních a 20 využívalo digitální techniku.

Znáte pocit kluka, který za podzimních větrných dnů na stráni pouští papírového

draka? Je spojen tenkou nití se svým výtvorem, pouští nahoru papírová psaníčka, zkrátka, prodlužuje své ruce vzhůru k obloze. Pak snadno pochopíte, co nutí sportovce – modeláře ke každé sezóně připravovat vždy lepší aparaturu svého radiem řízeného modelu, studovat, zkoušet, překonávat neúspěchy a prožívat vrcholy blaha při svých malých osobních vítězstvích.

Protože je naše modelářství radiem řízených modelů odkázáno téměř výhradně

na amatérskou stavbu a proto nutně zaostává za ostatním světem, vypsal ÚV Svazarmu v r. 1964 konkurs na konstrukci vysílačů, přijímačů a servosystémů. Výsledky konkursu ukázaly, že technickou úrovní myšlenek, realizovaných v prototypech, jsme schopni se prosadit ve světě. S realizací ve výrobě je to již horší, stále se nedáří zaujmout výrobní podniky pro tento obor, který by mohl najít široké uplatnění v nejrůznějších oblastech našeho hospodářství. Snad by stačil příklad firmy Bonner, která se z výrobce serv a radiosouprav vypracovala až na významného dodavatele speciálních zařízení pro americké raketové programy.

Nejlepší konstrukce, odměněné v konkursu Svazarmu 1964, jsou publikovány v tomto čísle. Reprezentují to nejlepší, co bylo dosud u nás v tomto oboru zkonztruováno. Zároveň bychom byli rádi, kdyby se toto číslo stalo podnětem k další práci – bud v aplikaci pro jiné použití R/C zařízení nebo v dalším zdokonalení přijímačů (superhet), v systému ovládání (proporcionalní soupravy) a ve využití nových principů (aplikace digitální techniky). Jde o aplikaci techniky, které patří budoucnost při pronikání do vesmíru a možná, že za několik let bude paralelní vývoj letectví a R/C modelářství nahrazen symbiozou kosmonautika – R/C modelářství.



Práce s R/C modely je velmi lákavá, ať již s modely letadel, nebo lodi. Model je však nutno zhotovit, což vyžaduje poměr k modelářské práci a určitou zručnost. V zahraničí mají modeláři práci usnadněnou, neboť si mohou koupit modely ve stavebnicích, kde jednotlivé díly jsou již zhotoveny a stavba spočívá pouze v jejich sestavení a slepení. Mnozí modeláři však tento druh modelaření odsuzují, dávají přednost „našemu“ způsobu modelaření a veškeré díly mimo motor, vrtule a podvozkových kol si zhotovují sami. Po zhotovení modelu pak modelář cítí opravdovou radost z vykonané práce, nehledě k zážitkům z vlastního létání.

Velmi často však u začátečníků dochází ke zklamání a nedůvěře. Je to ale způsobeno většinou jejich vinou, protože každý (a to je možno říci téměř bez výjimky) přistupuje k stavbě modelů či radiových aparatur s převelikými ideály a iluzemi. Hned první R/C model chtějí mít vybaven vícekanálovou aparaturou a to čím více povelů, tím lépe. Vlastní model si vyberou

tak náročné konstrukce, že z nedostatku zkušeností se stavbou práci mnohdy nezvládnou. Proto berte následující rady opravdu vážně.

První R/C model letadla by měl být jednopovelový, u lodi pak dvoupovelový. Model letadla je nutno volit takový, který se osvědčil, a o kterém je známo, že skutečně dobře létá. V časopise Modelář bylo již uveřejněno několik popisů takových modelů. Vhodným modelem pro začátečníky je buď větroň, nebo motorový jednopovelový model s motorkem o zdvihovém objemu do  $1,5 \text{ cm}^3$ . Vhodné motorky obdrží modeláři v modelářských prodejnách. Plošné zatížení modelu při plné letové váze by nemělo být větší než  $40 \text{ g/dm}^2$  u větroňů a  $60 \text{ g/dm}^2$  u motorových modelů.

Stavbu modelu je nutno provést pečlivě a dbát, aby nebyl nijak zkroucen. Zkroucena bývají hlavně křídla a výškovka. Je nutno dodržet všechny pokyny, které jsou v popisu modelu udávány, hlavně polohu těžiště. Pro první lety je nutné si vybrat bezvětrí, neboť nezkuše-

nost s řízením a větrným počasí by téměř určitě způsobily havárii modelu. Model zalétáváme a učíme se s ním létat na větším volném prostranství – poli, letišti apod. V každém případě se vyplatí přizvat si zkušeného R/C modeláře, který si již s modelem i jeho řízením ví rady.

Co se týče radioaparatury, ta musí být předem řádně přezkoušena a pak je teprve možno ji zabudovat do modelu. Umístění aparatury v modelu je většinou naznačeno na jeho plánu, podle kterého byl stavěn. Nesmíme zapomenout na pružné uložení přijímače v trupu modelu. Nejlépe se osvědčil molytan (houba na mytí), kterým přijímač ze všech stran obložíme. Tloušťka této vrstvy by neměla být menší než 1,5 cm. Z čelní strany pak vrstvu ještě zesílíme na  $2 \div 3$  cm. Zdroje pro vybavovače i vlastní přijímač umísťujeme zásadně před přijímač (ve směru letu). Vybavovač (servosystémy) umísťujeme za něj. Zdroje umísťujeme do bezpečných držáků tak, aby byly kdykoliv přístupné (výměna a kontrola jejich napětí). Zdroje mají své obvyklé místo před přední přepážkou modelu (za nádrží nebo pod ní), nebo těsně za ní. Stav zdrojů je nutno kontrolovat pravidelně a zásadně vždy před zahájením letu.

Důležitá je zkouška na vzdálenost, nejméně  $250 \div 300$  m. Na motorovém modelu tuto zkoušku provádíme též při chodu motoru. Stává se často, že aparatura, pracující velmi dobře na stole, po zabudování do modelu nepracuje. Bývá to často způsobeno rozladěním obvodů vlivem elektroinstalace v modelu. Je tedy nutné přijímač přesně doladit až po jeho zabudování. Důležitá je kontrola mechanických částí, vybavovače, závěsů

táhla a vlastního kormidla, jež se musí volně pohybovat. Úhel vychýlení kormidla má být dodržen též podle plánu. Zpravidla jde o výchylky asi kolem  $15^\circ$  na každou stranu. Použijeme-li k ovládání kormidla magnetu, je kormidlo vychýleno trvale o  $15^\circ$  do jedné, zpravidla levé strany. Při přitažení magnetu se kormidlo vychýlí do druhé strany, tedy celkem o  $30^\circ$ .

Je-li model v pořádku, pak jej před startem zaklouzáme z ruky. Při prvních startech „naostro“ se nesnažíme o nic jiného než o to, aby model neulétl z dosahu a držíme jej tedy většími kruhy a přímým letem v bezpečné vzdálenosti. Model, který se vzdálí o více než 200 m, je již těžko rozeznatelný a těžko poznaváme, v jaké letové poloze právě je. Jednopovelové modely jsou seřízeny tak, že samy stoupají vlivem úhlu seřízení nosné plochy – křídla a výškovky. Tento úhel se pohybuje u cvičných modelů kolem  $3^\circ$ . Po případné havárii, která téměř nikoho nemine, se nesnažíme o opravu na místě. V motoru bývá hlína nebo písek, netočíme tedy vrtulí, ale doma motor opláchneme v petroleji, rozebereme a jednotlivé součásti jednotlivě vypereme (též v petroleji nebo benzínu). Radioaparaturu podrobíme důkladné prohlídce a funkční zkoušce. Zdroje (baterie) vyměníme.

Naučit se létat není vždy snadné a většinou to trvá jednu až dvě letové sezóny pro jednopovelové modely. Teprve po získání zkušeností s jednopovelovými aparaturami je možné uvažovat o vícepovelovém řízení a pak začínáme nejprve s tří- až čtyřpovelovou aparaturou. Konečně, v té době už toho budete sami dosti vědět o R/C modelářství.

### Nová prodejna v Rožnově pod Radhoštěm

Zahájení činnosti prodejny se opozdilo o měsíc a od 1. října t. r. mohou zájemci o výrobky našeho jediného výrobce elektronek a polovodičů nakupovat v Rožnově, poblíže nádraží. Výrobky druhé a třetí kvality (vzhledově vadné a s mimotolerantními parametry), které lze v radioamatérské praxi výborně využít, zde budou k dostání za polovinu maloobchodní ceny i méně. Prodejna vyřizuje též objednávky na dobírkou, adresujte je na odbytové oddělení Tesly Rožnov, Rožnov p. Radh. Zájemci si mohou v prodejně zboží přímo na místě přeměřit, vadné kusy budou vyměněny. Při zásilkové službě má kupující třídenní záruční lhátru pro případ poškození zásilky dopravou. Proto potřebujete-li elektronky nové i staré, obrazovky, polovodičové prvky a reproduktory, nakupujte v Rožnově. POZOR! Pokladní bloky budou pravidelně čtvrtletně slosovány, uschovejte si je! Výhry budou pravděpodobně tři ceny – poukázky na nákup součástek. Je to záslužná propagační služba radioamatérské veřejnosti, proto dík za ni.

## Radiostanice pro R/C modely z hlediska platných předpisů

Podle zákona o telekomunikacích č. 110/1964 Sb., který nahradil po čtrnácti letech dřívější zákon téhož názvu, lze již od 1. 7. 1964 zřizovat a provozovat vysílací radiové stanice k dálkovému řízení modelů nejen pouze na základě povolení, jak tomu bylo dříve, ale za určitých podmínek i bez povolení. Nový zákon totiž stanoví, že není třeba povolení ke zřízení a provozování radiových zařízení o velmi nízkém výkonu, používaných k řízení modelů, hraček, lékařských radiosond apod. Ústřední správa spojů k tomu prováděcí vyhláškou č. 111/1964 Sb. stanovila, že velmi nízkým výkonem se rozumí nejvýše výkon 0,1 W. Vysílací zařízení, jejichž vyzářený výkon nepřesahuje tuto hodnotu, lze podle citované vyhlášky zřídit a provozovat bez povolení s podmínkou, že je jejich provozovatel *přihlásí k evidenci* a že bude dodržovat stanovený kmitočet, výkon a druh vysílání. Zařízení s vyšším výkonem než 0,1 W nevyžadují povolení jen v případě, jde-li o sériově vyrobené stanice podle prototypu předem schváleného nebo dodatečně uznaného Správou radiokomunikací Praha. Rovněž tato zařízení musí být přihlášena k evidenci a provozovatel na nich nesmí provádět žádné změny. Na ostatní modelářské stanice o výkonu vyšším než 0,1 W, pokud byly zhotoveny individuálně (amatérsky) nebo sice sériově, ale nikoli podle schváleného či uznaného prototypu, je třeba povolení jako dříve.

Modelářské stanice se přihlašují k evidenci u orgánů Správy radiokomunikací, jimiž jsou odbočky Inspektorátu radiokomunikací v jednotlivých krajích (evidující místa). Pokud je na stanice o výkonu nad 0,1 W třeba povolení, vyřizují tyto orgány také žádost o povolení (povolující místa).

Přihlášky k evidenci se zasílají na zvláštních trojdílných tiskopisech evidujícímu místu v kraji, v němž se bude zařízení převážně používat. Provozovatel vyplní průpisem všechny tři díly, dva

z nich zašle doporučeně příslušné odboče Inspektorátu radiokomunikací a třetí si ponechá jako dočasné potvrzení o splnění ohlašovací povinnosti. Evidující místo mu obratem vrátí potvrzený druhý díl tiskopisu (potvrzení o evidenci) jako trvalý doklad. Na sériově vyrobená zařízení, která se prodávají ve vybraných prodejnách, vyplňuje evidenční tiskopis prodejna, která sama zašle první a druhý díl příslušnému evidujícímu místu a třetí díl předá kupujícímu jako dočasné potvrzení. Potvrzení o evidenci jsou nepřenosná. Převede-li provozovatel své zařízení na někoho jiného, musí vrátit své potvrzení tomu evidujícímu místu, které mu je vydalo a současně zaslat evidenční přihlášku vlastnoručně podepsanou novým provozovatelem. Tiskopisy přihlášek k evidenci mají k dispozici všechna evidující místa.

Je-li na modelářské vysílací zařízení o výkonu nad 0,1 W třeba povolení, uvede se v žádosti o povolení jméno a přesná adresa žadatele, technický popis a počet požadovaných zařízení, jejich zapojení, požadovaný kmitočet, výkon, účel a způsob použití.

Přihlášky k evidenci, popřípadě žádost o povolení modelářských stanic mohou podat jen osoby starší patnácti let, které mají občanský průkaz. Za osoby mladší však mohou podat přihlášku (žádost) rodiče nebo jejich zákonné zástupci.

Držitel modelářské stanice, který nebude mít ani potvrzení o její evidenci, ani platné povolení k jejímu zřízení a provozování, si musí vyzádat tzv. povolení k přechovávání, které uděluje podle zákona na všechny druhy stanic ministerstvo vnitra nebo orgán jím pověřený. Z pověření ministerstva vnitra mají od 1. ledna 1966 udělovat povolení k přechovávání modelářských stanic rovněž výše uvedená evidující a povolující místa.

Evidované i povolované modelářské stanice mohou pracovat na těchto kmitočtech:

27,120 MHz - s podmínkou, že žádná energie nesmí být vyzařována vně pásmu, rozloženého na  $\pm 0,6\%$  od stanoveného kmitočtu;

40,680 MHz - s přípustnou tolerancí  $\pm 0,1\%$  a s podmínkou, že žádná energie nesmí být vyzařována vně pásmu, rozloženého na  $\pm 0,2\%$  od stanoveného kmitočtu;

132,250 MHz - s přípustnou tolerancí  $\pm 0,1\%$  a s podmínkou, že žádná energie nesmí být vyzařována vně pásmu  $132 \div 132,5$  MHz.

Na uvedených kmitočtech se připouští zpravidla nejvyšší výkon 1 W. Ve všech případech je povoleno též modulování kmitočty do 30 000 Hz. Není-li vysílač řízen krystalem, má být vyzařování kontrolováno vlnoměrem.

Pokud jde o dosud nejužívanější kmitočet (27,120 MHz  $\pm 0,6\%$ ) je nutno upozornit, že ve dvou úsecích tohoto pásmu, totiž  $26,960 \div 27,080$  MHz a  $27,160 \div 27,280$  MHz mohou u nás již od 1. ledna tr. pracovat také tzv. občanské radiostanice. Tímto názvem se označují pohyblivé (přenosné) stanice o velmi nízkém výkonu (max. 0,1 W), určené především pro osobní (občanské) použití zejména k dorozumívání při různých příležitostech, kdy je třeba vzájemné spojení, jako např. na výletech, při sportovních závodech, v kolonách vozidel apod. Střed uvedeného pásmu, tj. kmitočty mezi 27,090 MHz a 27,150 MHz, zůstává však vyhrazen pro modelářské stanice. Ty mohou tedy sice pracovat v celém pásmu  $26,96 \div 27,28$  MHz, ale nejvhodnější pro ně je jeho střed kolem 27,120 MHz, protože zde se nemá rušení občanskými radiostanicemi vyskytovat. Všichni modeláři si však musí uvědomit, že nikde není možno spolehlivě vyloučit rušení modelářských stanic různými průmyslovými, vědeckými a lékařskými výstroji a zařízeními, pro něž je celé toto pásmo (27,120 MHz  $\pm 0,6\%$ ) především určeno. Radiokomunikační rád. (Ženeva 1959) výslovně stanoví, že radiokomunikační služby, jež chtějí v tomto pásmu pracovat, musí počítat se škodlivým rušením,

jež by mohla působit zařízení, používaná k průmyslovým, vědeckým a lékařským účelům.

Ke kmitočtu 40,680 MHz je třeba poznamenat, že správa spojů nebude do konce roku 1967 postihovat případy, nedodržení kmitočtové tolerance předepsané pro tento kmitočet, nepůjde-li o zařízení s výkonom než 0,1 W, bude-li vyzařovaná energie v rozmezí  $\pm 0,3\%$  od stanoveného kmitočtu a nebude-li zařízení rušit jiné povolené radiokomunikační služby. Zároveň je však nutno upozornit, že v takto rozšířeném kmitočtovém úseku musí modelářský provoz rovněž počítat s možností rušení od služeb, které zde pracují.

*Evidujícími a povolujícími místy jsou pro kraj:*

*Inspektorát radiokomunikací – odbøeka:*

Středočeský a hl. město Praha	Praha 2-Vinohrady, Rumunská 12
Jihočeský	České Budějovice, nám. 1. máje 5
Západočeský	Plzeň, Purkyňova 13
Severočeský	Ústí n. L., Brněnská 10
Východočeský	Hradec Králové, Mýtská 235
Jihomoravský	Brno, Beethovenova 4
Severomoravský	Ostrava 1, Revoluční 22
Západoslovenský	Bratislava, Drevená ul. 8
Středoslovenský	Banská Bystrica, Obráncov mieru 2
Východoslovenský	Košice, Rooseveltova 2

A závěrem ještě dvě příjemná sdělení: Pro obsluhu modelářských stanic se podle nových předpisů již nevyžaduje vysvědčení o zvláštní zkoušce a za potvrzení o evidenci ani za povolení ke zřízení a provozování modelářských stanic se neplatí žádné poplatky.

Dr. Josef Petránek,  
Správa radiokomunikací  
Praha

# Radiové Ovládání Modelů

Jiří Samek

O dálkovém ovládání modelů letadel, lodí, ale i jiných modelů bylo již napsáno dost, a přesto ve srovnání s jinými obory radiotechnické praxe velmi málo. Jedná se o poměrně úzce zaměřenou část užité radiotechniky, která je však ve své problematice velmi obsáhlá a mnohdy zdánlivě složitá. Toto číslo Radiového konstruktéra nemůže samozřejmě obsáhnout jak základy radiotechniky pro úplné začátečníky, tak i návody na zhodnocení té aparatury, kterou by čtenář potřeboval, včetně špičkového zařízení pro reprezentanty v mezinárodních soutěžích. Má být pomůckou pro ty, kteří se dosud tímto oborem nezabývali a chtějí se dopracovat dobrých výsledků, dává přehled o hlavních směrech v konstrukci R/C modelů (zkratka anglického výrazu *Radio Controlled* – radiem řízený). Zkušenější modeláři zase prominou autorovi poněkud zevrubný výklad, zajímat je bude hlavně praktická část s popisem tří- a sedmipovelového zařízení, která byla odměněna I. a II. cenou v konkursu, vypsaném ÚV Svazarmu v roce 1964.

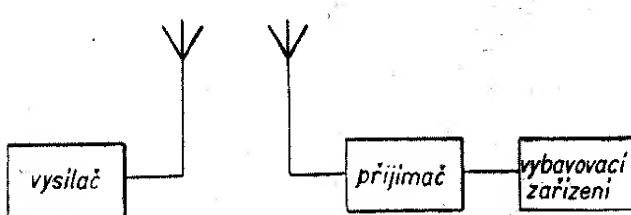
Tato práce je zaměřena na praktickou amatérskou aplikaci, protože teoretické problémy dálkového radiového ovládání se řeší metodami klasické radiotechniky. Uvedená zapojení byla buď odzkoušena, nebo jsou převzata z literatury s ohledem na současné materiálové možnosti. Některá jsou leteckým modelářům známa,

tato publikace je však určena též začátečníkům a má být vodítkem při jejich postupném pronikání do zajímavého oboru radiového řízení.

## I. 1. Základní poznatky

Aby bylo možno ovládat jakékoli zařízení na dálku, je třeba vždy tří dílů: vysílače, přijímače a vybavovacího zařízení (obr. 1).

Tyto tři základní jednotky mohou být ještě dále rozšířeny podle toho, jaké nároky jsou na zařízení kladený. V každém případě je vysílač opatřen ovládacími prvky, modulátorem, koncovým stupněm a zdroji. Přijímač je zpravidla klasického typu (tranzistorový) a ovládá vybavovací zařízení, které převádí povelový signál na mechanický pohyb. Ovládat můžeme buď pouze jeden prvek – zařízení jednopovelová, nebo více prvků – zařízení vícepovelová. Dále ještě podle způsobu ovládání rozděláváme systémy nespojité (např. směrovka se povelovým signálem natočí o určitý úhel), nebo plynulé, proporcionální (např. směrovka se otočí o takový úhel, jaký si zvolí obsluha vysílače). Zařízení, kterým lze ovládat současně více prvků (zpravidla 2  $\div$  3 prvky najednou) nazýváme simultánní. Zařízení simultánní a současně proporcionální (s plynulou regulací několika ovládaných prvků současně) je ten nejdokonalejší způsob dálkového ovládání, je však již značně náročný a složitý nejen po stránce funkční, ale i po stránce výrobní a amatérskými prostředky těžko zhodnotitelný. Z tohoto důvodu se mezi modeláři u nás dosud ponejvíce používá systému jednopovelových nebo i vícepovelových, které nepracují proporcionálně. Tyto způsoby jsou nejschůdnější a proto se jimi budeme nadále zabývat. Pro práci těchto zařízení jsou určeny pracovní kmitočty v pásmech



Obr. 1. Blokové schéma zařízení pro dálkové ovládání

27,120 MHz a 40,68 MHz. Každé zařízení musí být však hlášeno podle vyhlášky Ústřední správy spojů. Výkon zařízení nesmí přesahovat 1 W, obsah nf modulačních kmitočtů je povolen maximálně 30 kHz.

Modely letadel podle způsobu jejich ovládání dělíme na kategorii jednopovelových a vícepovelových modelů. V kategorii jednopovelových je ovládáno pouze směrové kormidlo a mohou být ovládány též i otáčky motoru. Plně vyhoví nejčastěji používané zařízení třípovelové. U vícepovelových leteckých modelů se zpravidla ovládají čtyři prvky. U akrobatických modelů letadel vzniká požadavek ovládání všech kormidel, tedy ovládání modelu kolem všech os souřadnicového systému včetně ovládání otáček motoru. Při neproporcionalním ovládání je pro ovládání každého druhu kormidla zapotřebí dvou povelů (pro směrovku, výškové kormidlo a ovládání křídlelek po dvou povelech a pro ovládání motoru  $1 \div 2$ ). Dále se používá zařízení k podélnému vyvažování modelu, tzv. trim (též dva povely). Tedy, aby byl model plně ovladatelný, je zapotřebí zařízení, které je schopné vydat, přjmout a vyhodnotit  $9 \div 10$  povelů. Není-li použito zařízení pro podélné vyvážení modelu – trimu, pak postačí  $7 \div 8$  povelové zařízení.

Jelikož u modelů lodí je požadována pouze změna směru, postačí zařízení dvoupovelové, případně při současném ovládání otáček motoru  $3 \div 4$  povelové. Zařízení jednopovelové není vhodné a vyžaduje speciální vybavovací zařízení.

Dálkové ovládání je možno použít i k jiným účelům, ne tedy pouze pro modely, např. k ovládání spouště fotoaparátu. Moderní věda a technika využívá dálkové ovládání radiem např. v lékařství, kosmonautice, při ovládání jeřábů apod.

## I. 2. Provedení zařízení pro R/C modely

Zařízení nebývají obyklého radiotechnického rázu. Používá se vesměs subminiaturních součástek a ani způsob stavby neodpovídá vždy zvyklostem běž-

ného radioamatéra. Jde o zařízení vysocenáročná na dokonalé mechanické provedení a to nejen co do úsporného rozmístění všech součástek, ale i co do jejich upevnění. Moderní aparatury jsou vesměs provedeny technikou plošných spojů a to nejen v přijímači, ale i ve vysílači.

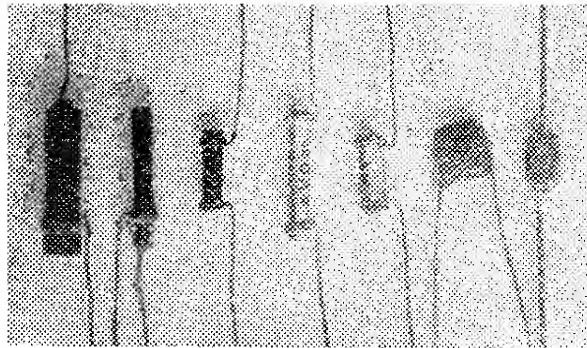
Součástky, které mají být v soupravách použity, musí být vysoce kvalitní a ve většině případů je nutno je vybírat. Výběrem se miní zejména kontrola elektrolytických kondenzátorů, odporů a hodnot tranzistorů. Subminiaturní elektrolytické kondenzátory řady TC 900, TC 922, TC 923, TC 924 a kondenzátory řady 180 nebývají vždy dobré kvality a je nutné vybírat jen kusy, které mají malý svod. Výběr součástek je podrobně popsán v knize ing. J. Hajiče Tranzistorová zařízení pro rádiem řízené modely [1], kterou vřele doporučuji všem zájemcům.

Po výběru součástek se doporučuje provést jejich umělé stárnutí. Není dobrým součátkám na škodu a u nespolehlivých se i malé závady v kvalitě projeví. Umělým stárnutím rozumíme vystavení součástek vlhku, teplu, chladnu, suchu, střídavě a několikrát po sobě. Doporučuje se (zejména u tranzistorů) před provedením stárnutí změřit hodnoty, nechat je proběhnout několikrát uvedeným cyklem atmosférických změn a opět je proměřit. Vhodné je ponechat součástky delší dobu (i několik měsíců před použitím) uloženy ve skladovacích podmínkách a před použitím opět zkонтrolovat jejich hodnoty. Změny hodnot vzhledem k původně naměřeným nemají být větší než  $10 \div 20\%$ . Výběr součástek je velmi důležitý, neboť na něm závisí spolehlivá funkce aparatury.

## I. 3. Vhodné druhy součástek

Kondenzátory pro vf obvody přijímače nebo vysílače (obr. 2) používáme zásadně keramické s vhodným teplotním součinitelem. Doporučují se zejména kondenzátory z materiálu stabilit. Jako blokovací kondenzátory postačí keramické kondenzátory z materiálu terylen.

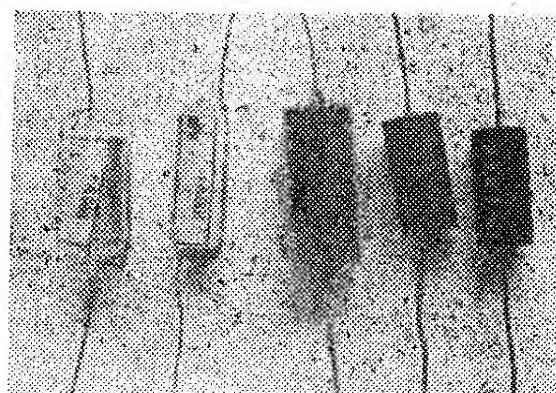
Proměnné kondenzátory pro vysílače bývají často problémem a nezbývá, než použít co je právě na trhu, nejčastěji



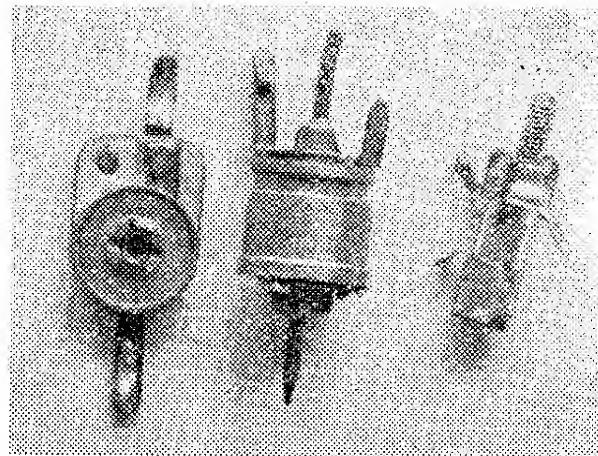
Obr. 2. Přehled nejčastěji používaných kondenzátorů pro vf obvody

vzdušné hrnečkové trimry  $5 \div 30 \text{ pF}$  (obr. 4). Používáme nových výrobků, neboť starší bývají nejen oxydovány, ale často jsou velmi volné na závitové tyče a stávají se vlivem tohoto špatného dotyku nespolehlivými. U keramických proměnných kondenzátorů – trimrů – je mechanické uspořádání mnohem spolehlivější. Kondenzátory, které používáme jako ladící kapacity nízkofrekvenčních obvodů  $LC$ , musí být též velmi kvalitní. V praktických zkouškách se osvědčily zejména kondenzátory styroflexové, epoxydové a terylenové. Kondenzátory řady TC 180 se pro své nevhodné mechanické vlastnosti nehodí vůbec (obr. 3).

Elektrolytické kondenzátory (obr. 5), pokud jich musíme vůbec použít, v každém případě podrobíme zkoušce na jejich propustnost měřením zbytkového proudu. Jejich kvalita nebývá vždy dobrá a při návrhu zařízení se jím pokud možno vyhýbáme, snižují spolehlivost zařízení.



Obr. 3. Kondenzátory styroflexové a řady 180



Obr. 4. Doladovací proměnné kondenzátory

Ze všech typů odporů, které se vyskytují na trhu, používáme výlučně řady subminiaturních odporů TR 110, TR 111, a TR 113. Jejich kvalita nebývá většinou špatná. Při jejich výběru kontrolujeme nejen jmenovitou hodnotu, ale hlavně nejsou-li mechanicky poškozeny (odlouplý ochranný nátěr, nalomené vývody apod.). Odloupnutý lak způsobuje často změnu hodnoty s časem vlivem okolního prostředí.

Potenciometrové trimry podrobíme pečlivé mechanické kontrole, zejména uchycení vývodů pod nýtky. Doporučuje se ještě před zamontováním zakápnout tyto vývody pryskyřicí Epoxy 1200. Jsou značně chouloustivé na poškození. V každém případě provádíme u nich umělé stárnutí. Odpor dráhy se značně mění vlivem prostředí – stárne.

Použití transformátorů nebo tlumivek se mnohdy nevyhneme, zvláště u zařízení s elektrickými filtry. Používáme pro tento účel miniaturních transformátorů s křemíkovými plechy, permalloyovými jádry řady EB a feritovými jádry o průřezu středního sloupku  $3 \times 3$ ,  $4 \times 4$ ,  $5 \times 5$  i  $8 \times 8 \text{ mm}$ . Vhodná jsou hrnečková feritová jádra. Vzhledem k tepelným změnám v materiálu je nutné téměř vždy mezi oběma polovinami vytvořit mezera. Její přesný rozměr není možno předem určit, ale vzdálenost se v praxi nastavuje od 0,1 do 1 mm. Záleží na velikosti jádra, požadované indukčnosti a požadavku na tepelnou stabilitu. Čím je mezera větší,

tím je vliv teploty na změnu indukčnosti menší, tato však se zvětšováním mezery klesá.

Přesto, že elektronky jsou již ve značné míře vytlačeny tranzistory, dosud se ještě používají a to jak ve vysílači tak i někdy v přijímači. V přijímači jsou elektronkami osazovány většinou vstupní díly. Je nutné použít kvalitních elektronek, odolných proti otřesům a s vhodnými elektrickými parametry. Používají se většinou subminiaturní typy s nízkým napájecím napětím a malým žhavicím proudem. Velmi dobře vyhovují elektronky 1П2Б, DL67, 5678 atd. Jejich přichycení na nosnou destičku přijímače musí být pružné; podložíme je molitanem a přivážeme volně nití. Pro vysílače se užívá elektronka v miniaturním provedení a to ponejvíce typu 3L31, 1L33, 1L34. Nejlépe se osvědčily elektronky DL94.

Dnešní doba polovodičových prvků umožnila snadnou stavbu opravdu miniaturních, složitých a přitom spolehlivých zařízení. Tranzistory umožňují zkonstruovat zařízení, která v elektronkovém provedení nemívají téměř obdobu. To je nejlépe vidět v technice matematických strojů a spínacích obvodů. Tranzistory mají však i nevýhody a to zejména závislost na teplotě. Jejich parametry se značně liší kus od kusu, často se mění během skladování. Pro naše účely je to velmi podstatné. V podstatě budeme pokládat tranzistor za dobrý, je-li jeho činitel zesílení  $h_{21e} = 75 \div 120$  a klidový proud co nejmenší.

O diodách platí téměř totéž, co o tranzistorech. Nejvhodnější jsou typy v kovovém pouzdru, neboť lépe odolávají mechanickému namáhání, než diody skleněné. Plně vyhovují diody řady 0A (0A7, 0A9, nebo skleněné diody 3NN41  $\div$  5NN41).

Cívky a tlumivky je nutno vyrábět. Protože většinou nevyžadujeme extrémní hodnot Q a jedná se o „pár“ závitů, není jejich výroba zvláště složitá. Stojíme však většinou před problémem, jak nejlépe a na co. Ve vysílači je práce poměrně snadná – cívku pro koncový stupeň nejlépe navineme ze silnějšího měděného drátu o  $\varnothing 1 \div 1,5$  mm. Ostatní cívky vinneme na kostřičky s ferokartovými jádry,

jaké se podaří sehnat. Velmi vhodné jsou kostry z vf dílu televizoru Tesla 4001, tzv. botičky. Bohužel však nebývají vždy k dostání. Malé botičky pro jádro M4 o vnějším  $\varnothing 5$  mm jsou choulostivé na zadírání jaderka. Tlumivky vineme téměř vždy na odporová tělíska. Používáme co nejvyšší hodnot řádu  $M\Omega$ . Někdy tvar a průměr neodpovídají požadavkům, pak je nejlépe kostru vysoustružit z plexitu a silné vývodní dráty zalisovat do materiálu za tepla.

#### I. 4. Volba napájecích zdrojů

Jako napájecích zdrojů používáme většinou běžných typů baterií nebo NiCd akumulátorových článků. Při volbě zdrojů musíme znát potřebné napětí a proud zařízení. Zdroje musí být dimenzovány tak, aby spolehlivě dodávaly požadované napětí během co nejdélší doby. Zde volíme kompromis mezi životností zdroje a jeho vahou. Nikdy nesmíme počítat s maximálním napětím zdroje, ale s jeho průměrným napětím. Nejvhodnější je zatížit zdroj napětí bud přímo spotřebičem, nebo odporem, jímž protéká průměrný proud zařízení a ve zvolených časových intervalech odečítat napětí a zobrazit tak vybíjecí křivku zdroje. Doba od maximálního napětí zdroje až do jeho značného poklesu, s nímž musíme v praxi vždy počítat, má odpovídat požadované (předpokládané) době spolehlivého provozu zařízení. Držíme se zásady nezatěžovat suché baterie maximálním dovoleným proudem, ale maximálně 50  $\div$  70 % udané hodnoty. Pak můžeme provoz pokládat za hospodárný a spolehlivý. Nikl-kadmiové články můžeme i přetížit, nejlépe je však zvolit takový typ, aby byl dodržen vybíjecí proud, který je udán výrobcem. Při větším odběru, než je povolen, musíme počítat s rychlejším vybitím a tedy častějším dobíjením akumulátorů. Použijeme-li s NiCd články, musíme je občas očistit, protože „květou“ a to pro špatné těsnění. „Vykvetlé“ soli způsobují zkraty a rychlejší vybíjení článku.

Nejčastější napájecí zdroje pro elektronkové vysílače jsou destičkové anodové baterie 67,5 V a na žhavení mono-

články nebo akumulátory. S destičkovými bateriemi 67,5 V nebo 45 V je pro jejich poměrně špatnou trvanlivost provoz nákladnější. Mimoto je nemůžeme zatěžovat maximálním proudem. Dnešní doba moderních tranzistorových zařízení, tedy i tranzistorových vysílačů, umožňuje napájení 2  $\div$  3 plochými bateriemi nebo NiCd články, což zaručuje spolehlivý dlouhodobý provoz; proud vysílače je zpravidla jen nepatrnu částí dovoleného zatížení baterií.

Přijímače bývají většinou napájeny tužkovými bateriemi nebo NiCd akumulátory.

NiCd články typu 225 se vkládají do trubky z celuloidu nebo novoduru a jsou ve vysílači k sobě přitlačeny fosforbronzovými pery, nebo z obou stran tlačnou pružinou (ve víku trubky), což je nevhodnější pro napájení přijímačů v modelu.

## II. 1. Jak postupovat při návrhu a stavbě zařízení

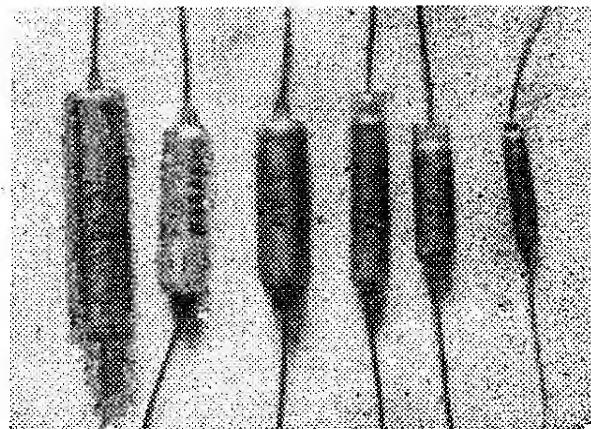
Prvním krokem konstruktéra je vždy volba zapojení soupravy. Použijeme-li osvědčeného zapojení, máme práci usnadněnu. Častěji si konstruktér přizpůsobuje návod podle svých požadavků a možností, zkouší různé varianty. V takovém případě nesmí spoléhat nikdy na své vědomosti a stavět „na ostro“. V každém případě nejdříve sestavíme celé zařízení nebo jeho části na pokusné šasi, na kterém si ověříme funkce jednotlivých obvodů a zapojení dokonale prověříme. Při laborování si děláme poznámky – zapisujeme naměřená napětí, indukčnosti cívek a transformátorů, ladící kapacity, popříp. zaznamenáme skicu osciloskopického obrazu. Je-li přístroj v provozuschopném stavu na pokusném šasi, nemusí ještě vždy stoprocentně pracovat v prototypu a pak se nám poznámky velmi hodí. Ještě na pokusném šasi provedeme teplotní zkoušky. Pro zkoušky na teplotu je nejlépe adaptovat campingovou chladničku z polystyrénu tak, že do ní vložíme mezi asbestové vložky 1  $\div$  2 tělesa pro žehličku o příkonu 400 W. Zapojíme je přes regulátor teploty – bimetalovou regulační vložku nebo ethérovou kapsli s re-

gulačním šroubem a mikrospínáčem. Zapojením topných těles přes regulátory teploty máme usnadněnu práci a vyvarujeme se nebezpečí poškození polystyrénové chladničky a součástek přetopením. Chladnička dobře snáší teploty až do 70 °C. Zkoušky na minimální teploty provádíme nejlépe v domácí chladničce. Pro zkoušku na teplotu se osvědčilo též vložit zkoušené zařízení do krabice (nejlépe plechové), nad níž se umístila do vzdálenosti asi 5  $\div$  10 cm infražárovka. V obou případech, jak při zkoušce v campingové chladničce, tak v plechové krabici, používáme ke kontrole vložený rtuťový teploměr.

Zařízení pro dálkové ovládání musí být schopno normální činnosti v rozsahu teplot alespoň 0  $\div$  40 °C. Teplota v modelu často přesahuje tyto teploty a vzrostě někdy i přes 50 °C. Kvalitní zařízení pak musí pracovat v rozsahu teplot od -10 do +45 °C. Nižší teploty obvykle nejsou pro činnost zařízení kritické. Teploty vyšší než +25 °C u tranzistorových zařízení vyžadují patřičnou teplotní stabilizaci.

## II. 2. Mechanické uspořádání

Mechanické uspořádání a návrh plošných spojů je nejpracnějším problémem při stavbě zařízení. Boj s vahou a rozměry nesmí mít vliv na „bytelnost“ zařízení. U vysílače to není tak kritické, neboť při mechanickém návrhu vysílače vycházíme zpravidla z požadavku nej-



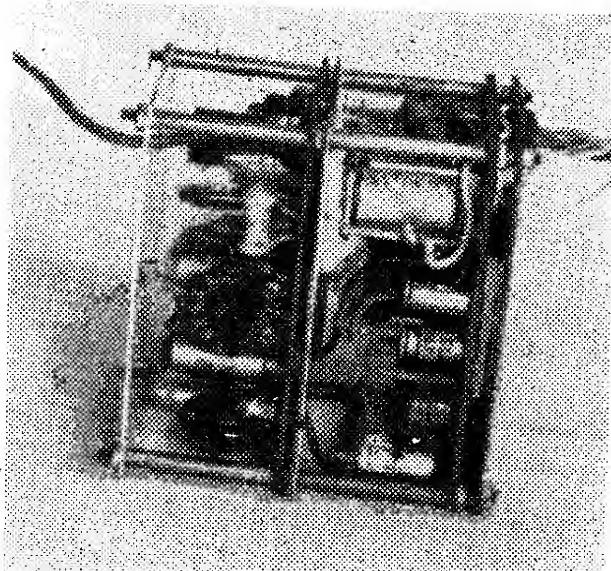
Obr. 5. Subminiaturní elektrolytické kondenzátory

praktičtějšího rozmístění ovládacích prvků a z rozměrů použitých zdrojů. Vlastní elektronická část vysílače se obvykle vejde do zbyvajícího prostoru, se kterým podle složitosti vysílače musíme samozřejmě též počítat. Horší je to s návrhem přijímače, kde musíme brát v úvahu několik faktorů najednou: vhodný tvar vůči modelu, celková velikost – objem, váha, vývody pro servosystémy, orientování součástek vůči nárazům a jejich zajištění proti otřesům a vibracím. Nejlépe je začít tím způsobem, že si všechny potřebné součástky připravíme a nakreslíme celé zařízení na milimetrový papír. Je to zdlouhavá práce, podobná hře v šachy, nebo sestavování čtverečků v rozměrech nábytku při hledání nejlepšího bytového interiéru. Musíme dodržet několik základních pravidel. Součástky musíme rozmístit tak, aby k jejich propojení nebylo nutno používat přídavných drátů a aby se spoje nekřížily. Těžké součástky musí být dobře mechanicky připevněny, aby se při náhodné havárii nevylamovaly. Odpory a kondenzátory se většinou umístují na stojato (jako v tranzistorových přijímačích). U složitějších zařízení se osvědčila stavba na několika destičkách navzájem propojených ohebnými kablíky a řazených za sebou, ve směru pohybu modelu. Tyto modulové destičky jsou od sebe distancovány trubičkami a staženy svorníkem (obr. 6).

### III. 1. Jednopovelové zařízení pro dálkové ovládání

Během doby se ustáilo několik základních zapojení. Všimneme si několika a tím si na praktických příkladech osvětlíme problematiku R/C modelů.

V začátcích dálkového ovládání (modeláři je nazývají „historická doba“) se používalo jednoduchých vysílačů, u kterých se klíčovala nosná vlna. Přijímač byl superregenerační, na jeho výstupu při příjmu nosné vlny zanikal šum a tato změna se registrovala sepnutím (nebo rozepnutím) relé, ovládajícího elektrický okruh vybavovací části. Tento princip byl sice jednoduchý, ale byl vytlačen spolehlivějším systémem, pracujícím s modulovanou nosnou vlnou.



Obr. 6. Příklad „dvoupatrové“ konstrukce z modulů

Systém s modulovanou nosnou vlnou pracuje buď tak, že je nosný vf kmitočet vysílan nepřetržitě a klíčujeme modulaci, nebo přímo modulovaný vf kmitočet. Při vysílání povelu (zapnutí modulace ve vysílači) je uveden v činnost nízkofrekvenční oscilátor – modulátor, který promoduluje nosnou vlnu vysílače žádaným nízkofrekvenčním kmitočtem, na který je naladěn i přijímač. Nejčastěji se u jednopovelových souprav užívá modulačního kmitočtu  $400 \div 1000$  Hz. U vícepovelových souprav pak to zpravidla bývají kmitočty v rozmezí  $800$  Hz  $\div 12$  kHz. Vyšších kmitočtů se používá pouze výjimečně. Přijímač pak zachycený modulovaný signál patřičně zesílí, detekuje a ten na koncovém systému přijímače způsobuje změnu stavu koncové elektronky nebo tranzistoru (uzavřený – otevřený). Tato změna je převáděna do vybavovacího systému – sryomechanismu.

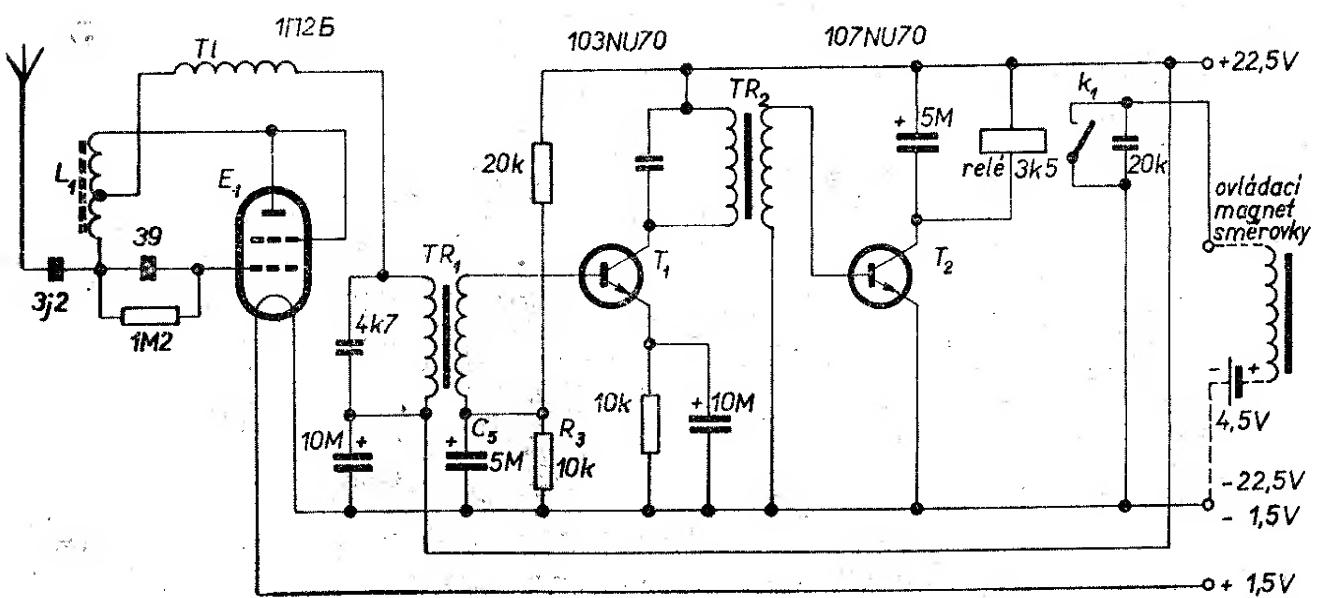
### III. 2. Přijímače jednopovelových R/C modelů

Příklad amatérského přijímače, napájeného z baterie 22,5 V, je na obr. 7. Tento přijímač pracuje systémem s modulovanou nosnou vlnou. Pro jeho správnou činnost je třeba použít vysílače

s trvale zapnutou nosnou vlnou, promodulovanou nejméně na 75 %.

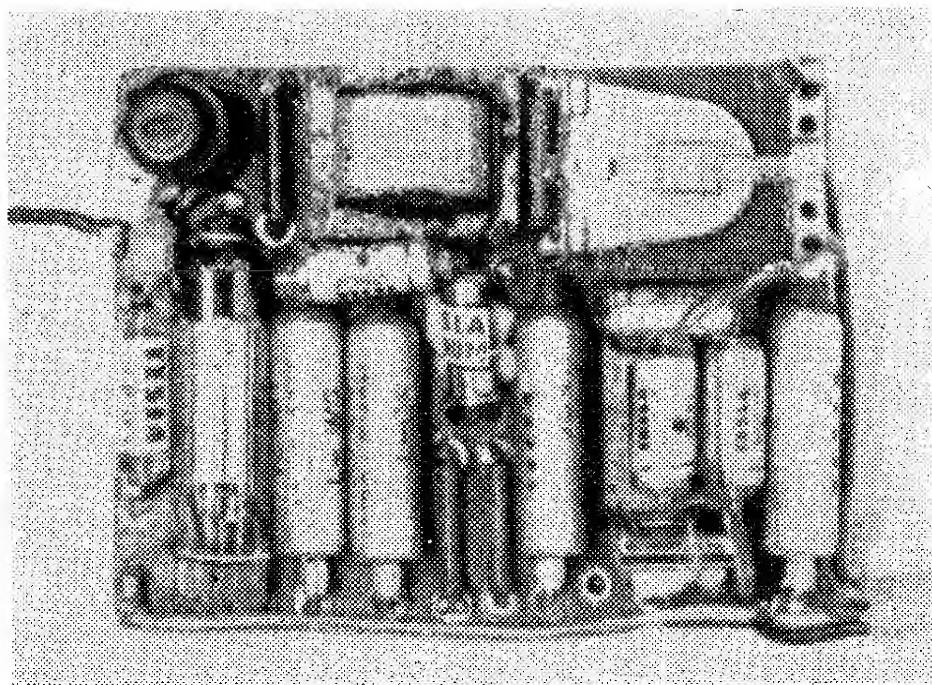
Vysokofrekvenční signál, zachycený anténou, je přiveden na ladící obvod vstupní elektronky 1П2Б přes keramický kondenzátor 3,2 pF. Tato hodnota vyhovuje pro anténu, jejíž délka je 55 cm. Elektronka pracuje jako sr. detektor s vlastním klíčováním. Ladící cívka  $L_1$  nemá paralelní kapacitu – uplatňuje se zde jen vnitřní kapacita elektronky. Cívka je vinuta na „botičce“ – kostřičce z vf dílu televizoru Tesla 4001. Má 23 závity drátem 0,18 CuL a je dolaďována prachovým jádrem M7 se žlutým označením, které je proti otáčení v kostře zajištěno gumovým vláknem. Začátek i konec vinutí jsou zajištěny režnou nití a pryskyřicí Epoxy 1200. Napájení je přivedeno do středu cívky přes vf tlumivku  $Tl$ , zabraňující průchodu vf signálu. Je vinuta na odporu TR 113 1M a má  $4 \times 60$  závitů drátem 0,1 CuL. Vazba mezi sr. detektorem a tranzistorovým nf zesilovačem je transformátorová. Je použito transformátoru ( $TR_1$ ) o převodu 6,5 : 1, který je vinut na křemíkovém jádru typu EB 5. Primár transformátoru  $TR_1$  je naladěn na kmitočet  $600 \div 800$  Hz (totéž platí pro  $TR_1$ ). Je tak dosaženo nejen ořezání vysokých kmitočtů, tedy i šumů, ale zlepší se přenosová charakte-

ristika vůči přijímanému signálu, který má kmitočet totožný s rezonančním kmitočtem primáru obou transformátorů. Počet závitů  $TR_1$  je 5200 drátem  $\varnothing 0,05$  CuL. Počet sekundárních závitů je 850 tímtož průměrem drátu. Signál ze sekundárního vinutí převodního transformátoru je přiváděn na bázi tranzistoru 103NÜ70 se zesilovacím činitelem  $h_{21e} = 80 \div 100$ . Tento signál můžeme naměřit na bázi nízkofrekvenčním milivoltmetrem a jeho velikost je 18 mV. Tranzistor je dostatečně stabilizován napěťovým děličem v bázi a emitorovým odporem, který je blokován kapacitou 10  $\mu\text{F}$ . Tuto hodnotu 10  $\mu\text{F}$  nutno dodržet, neboť vyhovuje právě pro uvedené modulační kmitočty. Kdyby emitorový odpor nebyl blokován, nebo kdyby bylo použito kondenzátoru značně menší hodnoty, vznikala by na emitorovém odporu negativní vazba, což by mělo za následek zeslabení přijímaného signálu. Podobnou funkci má i  $C_5$ . Bez něho by se hodnota  $R_3$  sčítala s impedancí transformátoru a signál by byl opět zeslaben. V kolektoru tranzistoru 1. zesilovacího stupně je vazební transformátor  $TR_2$ , vinutý na jádru obdobně jako  $TR_1$ . Počet primárních závitů je 4000 drátem 0,05 CuL a sekundárních je 1600 drátem 0,065 CuL. Zde je tedy převod pouze 2,5 : 1. Impedanční



Obr. 7. Přijímač se subminiaturní elektronkou a tranzistorovým nf zesilovačem pro příjem modulovaného nosného kmitočtu

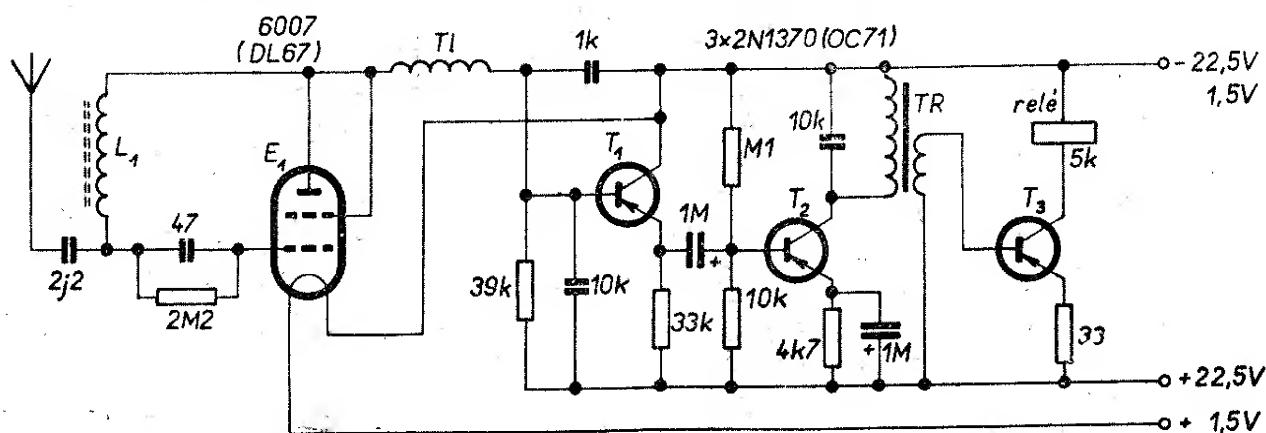
Obr. 8. Montáž přijímače podle schématu na obr. 7



přizpůsobení vůči koncovému spínacímu tranzistoru je vyhovující. Nízkofrekvenční napětí (při modulovaném signálu) na bázi  $T_2$  je 0,5 V. Toto napětí je ze sekundáru tohoto transformátoru přiváděno na bázi tranzistoru  $T_2$  (107NU70), který pracuje jako spínač. Signál je detekován diodou báze-emitor. Takto vzniklé kladné napětí na bázi otevřívá tranzistor, v jehož kolektoru je spínací relé o odporu 3,5 k $\Omega$ . Relé je blokováno kondenzátorem 5  $\mu$ F/30 V. Dosahuje se tak vyhlazení usměrněného signálu a spolehlivého přitažení relé bez chvění. Signál je totiž diodou báze-emitor usměrněn pouze v jedné půlvlně a relé má snahu kmitat v rytmu modulačního kmitočtu. Přijímač je na-

pájen z baterie 22,5 V a žhavicího článku 1,5 V. Pracuje spolehlivě při poklesu napětí zdroje do 18 V. Spotřeba přijímače bez signálu je 2  $\div$  2,5 mA. Se signálem pak vzroste na 6 mA. Přijímač se velmi osvědčil a lze jej pokládat za naprostě spolehlivý. Jeho váha i s krabičkou z plexitu o rozměrech 70  $\times$  50  $\times$  29 mm je 70 g. Součástky jsou zajištěny proti vibracím a „havárii“ pryskyřicí Epoxy 1200.

Koncepce přijímače se vstupním vf elektronkou a tranzistorovým zesilovačem byla oblíbena i u zahraničních výrobců. Na obr. 9 je přijímač firmy Kraft. Ladicí cívka  $L_1$  má 36 závitů drátem 0,3 CuL. Je vinuta na kostře o  $\varnothing$  7 mm a doladována kovovým jádrem (snižování in-



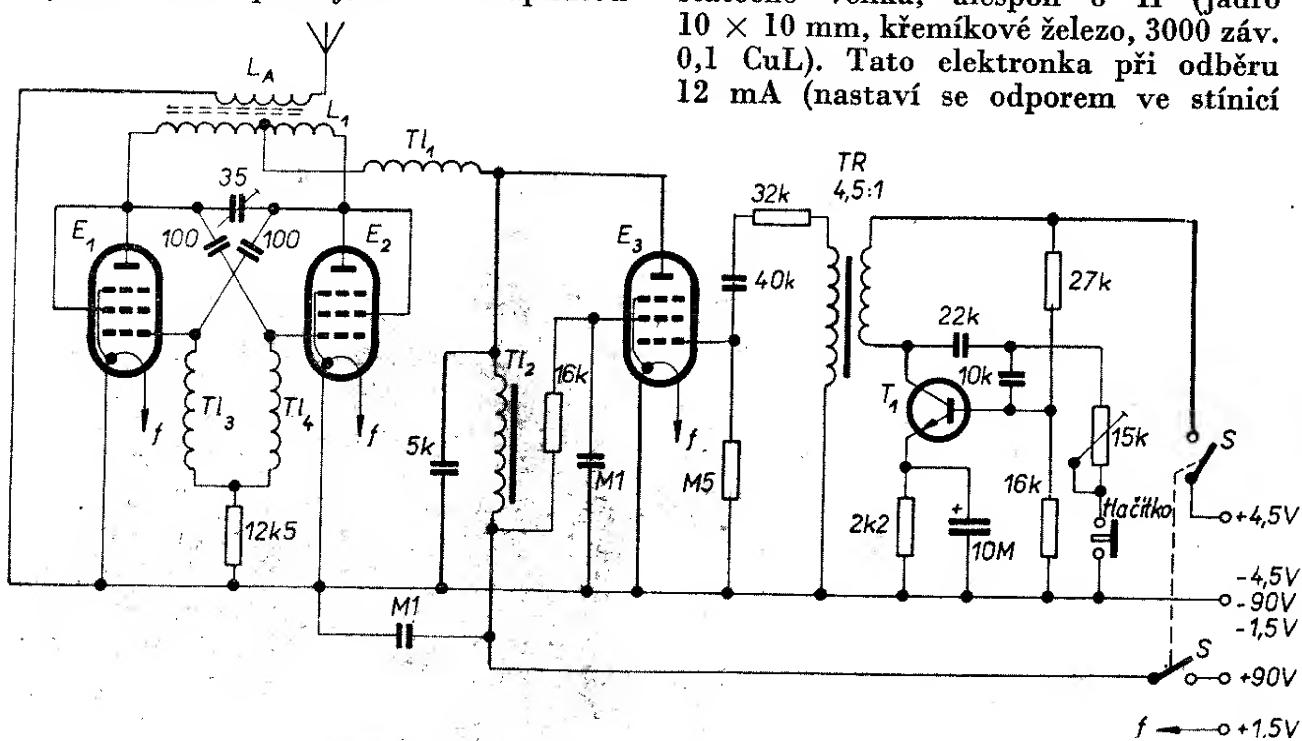
Obr. 9. Zapojení továrního přijímače firmy Kraft

dukčnosti). Subminiaturní elektronka je napájena z baterie 22,5 V a z vlastního žhavicího článku 1,5 V. Signál je odebírána ze superregeneračního detektoru odpovídou vazbou na bázi tranzistoru  $T_1$ , který pracuje jako emitorový sledovač. Tranzistor má v tomto zapojení vysoký vstupní odpor. Signál z emitoru  $T_1$  budí druhý zesilovací stupeň  $T_2$ . Napětí báze (a tím i její pracovní bod) je nastaveno děličem, který tento stupeň teplotně stabilizuje. V kolektoru tranzistoru je vazební transformátor s laděným primárem. Převod transformátoru není kritický, vyhoví poměr asi 2 : 1. Modulační kmitočet bývá mezi 3  $\div$  5 kHz, každý konstruktér si jej zvolí podle svých požadavků a možností. Použité tranzistory jsou typu pnp. Vyhoví zde všechny tranzistory řady 0C o ztrátě 125 mW, a s kolektorovým napětím vyšším než 24  $\div$  30 V.

### III. 3. Vysílače jednopovelových R/C modelů

Vysílače k uvedeným přijímačům mohou být různé. Během času se ustálilo několik zapojení, která budou dále uvedena. Pro spolehlivost se doporučuje používat vysílače, které pracují s trvale zapnutou

nosnou vlnou, která jaksi „chrání“ přijímač před vstupem cizích signálů, ovšem za předpokladu, že síla pole rušivého signálu nepřesahuje sílu signálu našeho používaného vysílače. Osvědčil se vysílač podle zapojení na obr. 10. S tímto vysílačem pracovala spolehlivě řada přijímačů. Vysílač má vysokofrekvenční výkon 0,7 W a je vestavěn ve skříně ze železného plechu 0,8 mm. Napájení je z monochlánku nebo NiFe akumulátoru 1,2 V a z 90 V anodové baterie. Spotřeba při ustanoveném napětí je 32 mA, tedy poměrně značná. Dá se však omezit zmenšením proudu oscilátoru i modulátoru, nebo volbou elektronek o menší spotřebě. Oscilátor pracuje v dvojčinném zapojení a je osazen elektronkami 3L31 nebo DL94. Modulační elektronka je téhož typu. Anodové napětí pro oscilátor se přivádí na střed samonosné cívky (12 závitů pocívaného drátu  $\varnothing$  1,5, délka vinutí 35 mm, odbočka uprostřed) a přes vf tlumivku  $TI_1$  ( $4 \times 50$  záv. 0,1 CuL na  $\varnothing$  4 mm ve 4 sekci). Odběr samotného stupně (bez modulační elektronky) je kolem 12  $\div$  16 mA. Tento proud stoupne s připojením antény zhruba o 8 mA. Modulace je anodová, pomocí nízkofrekvenční tlumivky  $TI_2$ , jejíž indukčnost musí být dostatečně veliká, alespoň 8 H ( jádro 10  $\times$  10 mm, křemíkové železo, 3000 záv. 0,1 CuL). Tato elektronka při odběru 12 mA (nastaví se odporem ve stínici

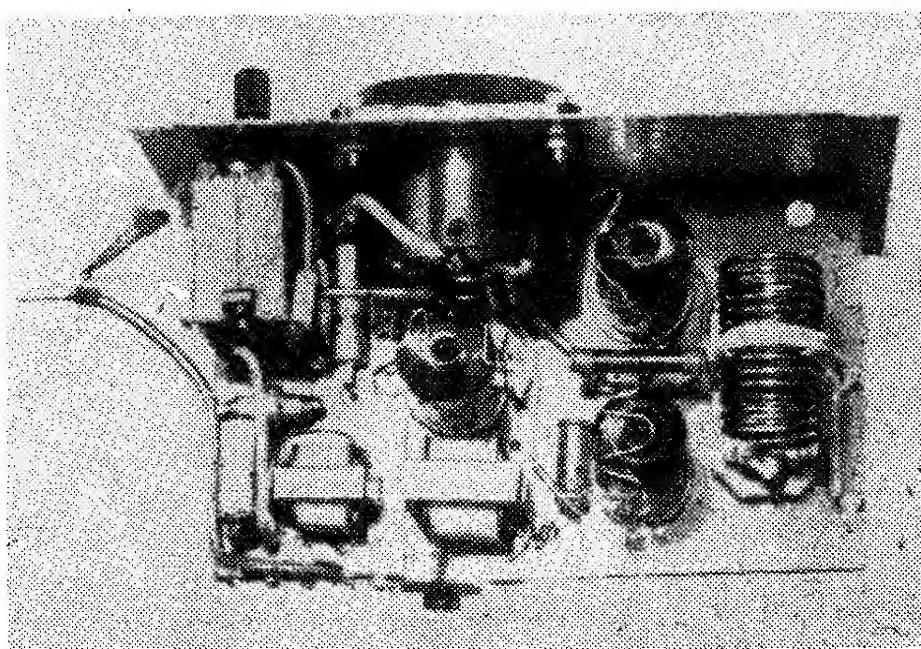


Obr. 10. Osvědčené zapojení vysílače pro dálkové ovládání

mřížce) promoduluje koncový stupeň asi na 80 % za předpokladu, že je dostačně buzena. Tato modulační elektronka se budí z tranzistorového nízkofrekvenčního oscilátoru s libovolným nf tranzistorem, který je napájen ze zvláštní ploché baterie 4,5 V. Dosah s předcházejícím přijímačem podle obr. 9 je zaručen na vzdálenost  $1,5 \div 2$  km. V zapojení není žádných zálužností, důležité je dodržení symetrie ladící cívky a vhodné umístění vf tlumivek  $Tl_3$  a  $Tl_4$  v mřížkách elektronek oscilátoru. Tyto tlumivky ( $4 \times 50$  záv. 0,1 CuL na odporu  $1 M\Omega/0,25$  W) je možno nahradit odpory  $1 k\Omega/0,25$  W. Při nevhodném umístění tlumivek navzájem a zároveň vůči cívce  $L_1$  mohou vzniknout nežádoucí vazby a oscilátor nepracuje. Vazba cívky  $L_1$  s anténou je  $2 \div 3$  závity ( $L_A$ ) zapojovacího drátu s igelitovou izolací, umístěnými uprostřed cívky. Tato vazba nesmí být těsná, jinak je nebezpečí, že oscilátor vypadne z oscilací. Nevýhodou tohoto vysílače jako i každého jiného sólooscilátoru je nestabilita kmitočtu a jeho nutná kontrola a dolaďování. Mnohdy nastává rozladění i vlivem změn kapacity anténa-zem, která se mění s polohou vysílače. Tato kapacita se indukuje i do ladícího obvodu vysílače a vysílač mění svůj kmitočet změnou polohy antény vůči zemi. Vzhledem k poměrně velkému výkonu vysílače však tyto změny prakticky

neovlivňují dosah vysílač-přijímač. Provedení montáže vysílače je na obr. 11.

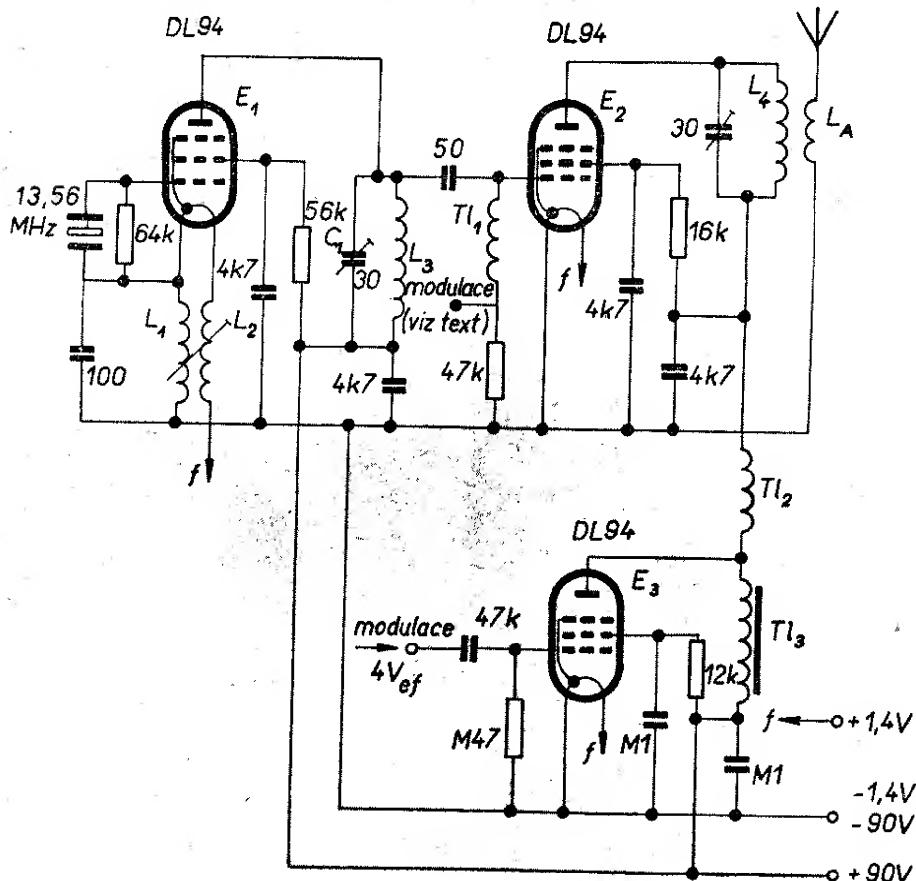
Nevýhody oscilátorů, jejichž typickým představitelem je zapojení na obr. 10, jsou odstraněny ve vysílačích řízených krystalem, zvláště u vysílačů s odděleným budicím vf stupněm. Příklad odzkoušeného zapojení je na obr. 12 a představuje nejrozšířenější koncepci této kategorie vysílačů. Vyrábí se v různých obměnách, hlavně zahraničními výrobci a v podstatě se liší pouze způsobem modulace. V uvedeném případě je použito anodové modulace. Vysílač pracuje opět s trvale zapnutou nosnou vlnou. Oscilátor je řízen krystalem a pracuje na kmitočtu 13,56 MHz. Tento oscilátor – budič pracuje současně jako násobič druhé harmonické. Cívka  $L_1$  pomocného kmitavého obvodu ( $L_1 L_2$ ) je naladěna kapacitou 100 pF na kmitočet  $14 \div 16$  MHz. Její nastavení není kritické. Je vinuta bifilárně na kostře o  $\varnothing 8,5 \div 10$  mm drátem 0,4 CuL a má 12 závitů. Dolaďuje se ferokartovým jádrem. Anodový obvod  $C_1 L_3$  je naladěn na druhou harmonickou, tj. na 27,120 MHz. Cívka  $L_3$  má 15 závitů a je vinuta drátem 0,4 CuL na kostře mf transformátoru nových typů čs. přijímačů (Kvarteto, Hymnus apod.). Použitím krytu této cívky se účinně zamezí případným nežádoucím vysokofrekvenčním vazbám. Ladící kapacita  $C_1$  tohoto obvodu je keramický trimr 30 pF. Použitá elektronka



Obr. 11. Rozmístění součástí na šasi vysílače

oscilátoru může být jakákoli výfrenta. V uvedeném vysílači bylo použito všech elektronek stejného druhu DL94 (3L31). Vysokofrekvenční energie, nakmitaná na anodovém obvodu, je přes keramický kondenzátor 50 pF přiváděna na řídicí mřížku koncového stupně  $E_2$ . Tato je vysokofrekvenčně oddělena od svodového odporu tlumivky  $Tl_1$  o indukčnosti  $40 \mu\text{H}$  ( $4 \times 50$  závitů  $0,1 \text{ CuL}$  na  $\varnothing 4 \text{ mm}$ , ve 4 sekcích na odporu  $1 \text{ M}\Omega/0,5 \text{ W}$ ). Do středu tohoto děliče je možno připojit modulátor a koncový stupeň tak modulovat do řídicí mřížky. Anodový obvod koncového stupně  $E_2$  je laděn opět na kmitočet  $27,120 \text{ MHz}$ . Cívka je samonosná, z pocínovaného drátu o  $\varnothing 1,5 \text{ mm}$ . Její vnější průměr je  $20 \text{ mm}$  a délka  $35 \text{ mm}$ . Počet závitů je 14 a je závislý na použité paralelní kapacitě. Udaný počet závitů vyhovuje pro kapacitu keramického trimru  $5 \div 35 \text{ pF}$ . Antennní cívka  $L_A$  o 3 závitech je umístěna u studeného konce. Je vyrobena ze zapojovacího drátu  $\varnothing 0,75 \text{ mm}$  v igelitové izolaci. Studený konec cívky, na nějž je přivedeno napájecí napětí, je blokován vysokofrek-

venčně keramickým kondenzátorem o kapacitě nejméně  $4700 \text{ pF}$ . Napětí pro stínicí mřížku je sníženo úbytkem na odporu  $16 \text{ k}\Omega$ , takže anodový proud koncového stupně činí kolem  $8 \div 10 \text{ mA}$ . Koncový stupeň je od modulátoru oddělen výtlumivkou stejného provedení, jako je tlumivka mřížkového svodu. Modulační elektronka má jako anodovou zátěž tlumivku  $Tl_3$   $8 \text{ H}$ , přes jejíž vinutí je napájen i koncový stupeň vysílače. Tlumivka je vinuta na jádru transformátoru VT36, plechy jsou skládány střídavě (bez mezery) a má 2000 záv. drátu  $0,1 \text{ CuL}$ . Stínicí mřížka  $E_3$  je napájena opět sníženým napětím přes odpor  $12 \text{ k}\Omega$  a je blokována kapacitou  $0,1 \mu\text{F}$ . Mřížka modulační elektronky je buzena z nízkofrekvenčního oscilátoru jako u předešlého vysílače. Pochoptelně může být použito jakéhokoli nízkofrekvenčního oscilátoru. Musíme dbát pouze na správné impedanční přizpůsobení a velikost budicího napětí. Vysílač je napájen z baterie  $90 \text{ V}$  při celkové spotřebě maximálně  $22 \div 25 \text{ mA}$ . Uvedení do chodu je snadné. Zasuneme pouze elektronku oscilátoru, napájecí napětí sní-



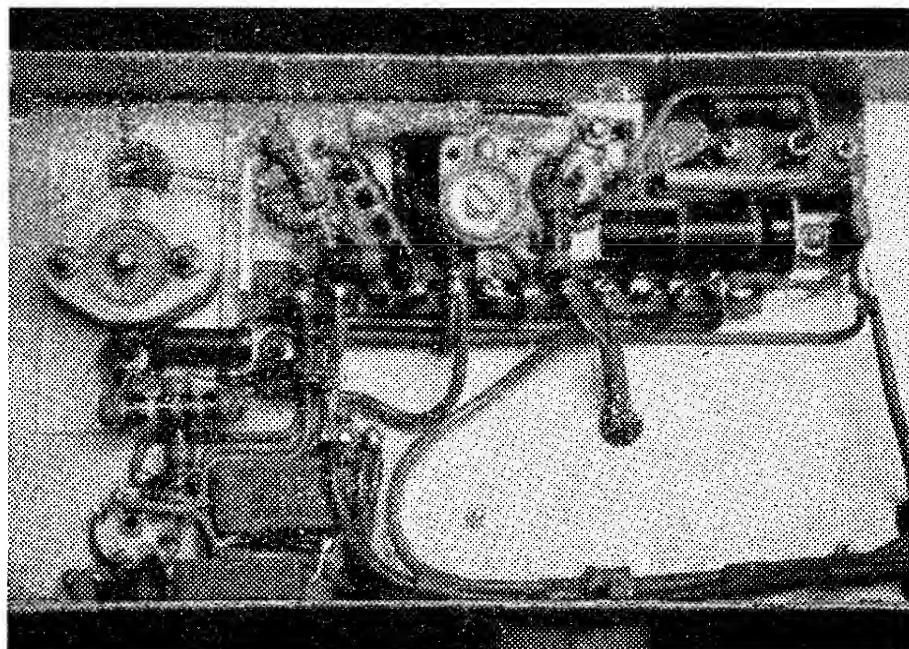
Obr. 12. Zapojení vysílače s krystalo-vým oscilátorem

žíme na 60 V a připojíme je přes miliampérmetr 50 mA. Pak ladíme anodový obvod oscilátoru a též cívku  $L_1$  a  $L_2$  na minimální proud, který se bude pohybovat kolem  $4 \div 5$  mA a při plném napájecím napětí stoupne na 6 mA. Vhodné je předladění všech obvodů pomocí GDO. Zda oscilátor kmitá, lze zjistit vlnoměrem. Obvod  $L_1$  a  $L_2$  je velmi tupý a změny proudu při ladění budou velmi nepatrné, okolo  $1 \div 2$  mA rozdílu. Po nastavení oscilátoru na minimální anodový proud zasuneme elektronku koncového stupně  $E_2$  a naladíme její anodový obvod (ovšem bez připojené antény) také na minimální anodový proud. Po naladění koncového stupně můžeme připojit plné napájecí napětí 90 V a opakujeme naladění celého vysílače. Celkový proud se bude nyní pohybovat okolo  $12 \div 14$  mA. Připojením antény anodový proud vzroste podle vazby  $L_A$  s  $L_4$  a správného vyladění asi o  $6 \div 8$  mA. Pro orientační kontrolu výkonu použijeme absorpčního kroužku se žárovkou 2,5 V/0,1 A, která musí jasně svítit, ovšem bez připojené antény. Je použito antény o celkové délce 130 cm, která je uprostřed opatřena prodlužovací cívkou (tzv. zkrácená anténa, podrobněji viz str. 39). Zasunutím modulační elektronky stoupne celkový odběr o  $10 \div 12$  mA. Nyní alespoň sluchátka, připojenými přes odpor  $10 \text{ k}\Omega$  a kapacitu

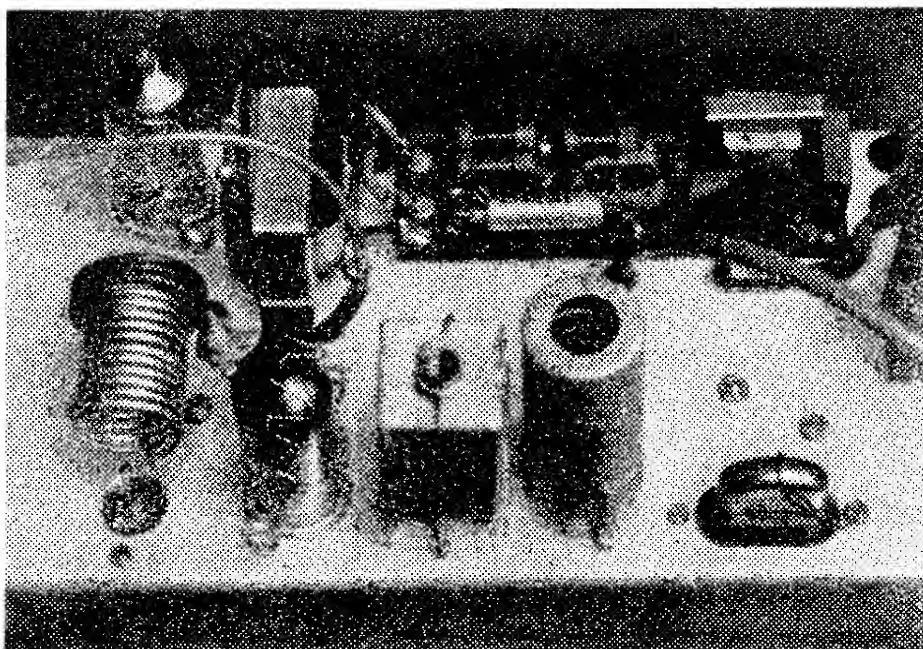
$10\,000 \text{ pF}$  na řídicí mřížku modulační elektronky zkонтrolujeme, zda pracuje nízkofrekvenční oscilátor. Nejlepší je kontrola nízkofrekvenčním voltmetrem nebo osciloskopem. Je-li nízkofrekvenční oscilátor v činnosti, můžeme přikročit ke kontrole modulace a to nejlépe pomocí osciloskopu. Výstupní napětí z anténní svorky přivedeme přes kapacitu asi  $100 \text{ pF}$  přímo na destičky osciloskopu (podrobněji viz popis Multton na str. 55). Hloubka modulace musí být  $80 \div 90 \%$ , pak výkon vysílače stoupne o 25 až 50 %. Této skutečnosti můžeme použít pro kontrolu činnosti modulátoru pomocí absorpčního kroužku: po stisknutí tlačítka nf oscilátoru se žárovka jasněji rozsvítí. Nebo do série k přívodu k anténě zařadíme žárovku, jejíž svit stoupne při modulaci vysílače. Správně seřízený vysílač má výstupní výkon okolo  $0,4 \div 0,5 \text{ W}$ , což je naprosto dostatečné. Úpravou modulátoru je možno vysílače použít pro jakýkoliv druh provozu dálkového ovládání. Praktické provedení vysílače je zřejmé z obr. 13 a 14.

### III. 4. Několik zapojení průmyslově vyráběných aparatur

S příchodem vf tranzistorů byly elektronky úplně vytlačeny, zejména u zahra-



Obr. 13. Způsob konstrukčního uspořádání součástí vysílače podle obr. 12



Obr. 14. Rozmístění hlavních součástí na šasi vysílače podle obr. 12

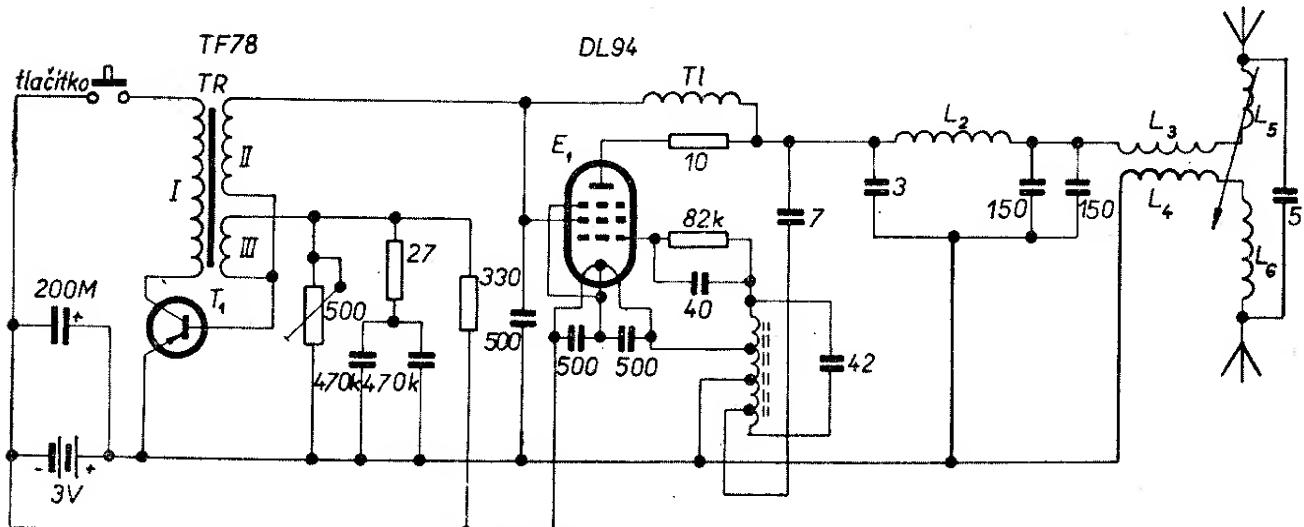
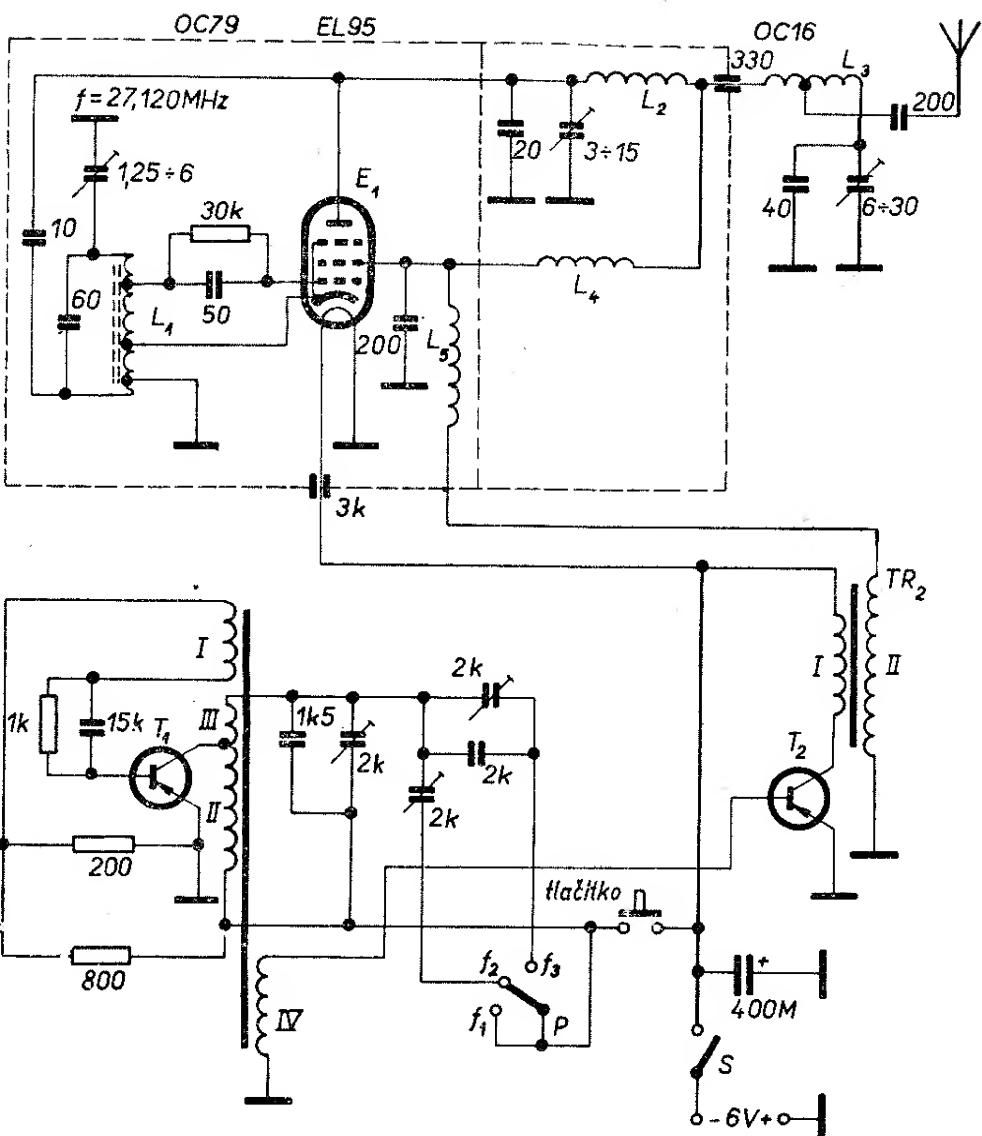
ničních výrobců. Zprvu vymizely z přijímačů a v poslední době i z vysílačů. Celotranzistorová zařízení vynikají malou vahou, spotřebou a hlavně otřesuvzdorností, zvláště ta, která jsou zcela zalita do umělé hmoty. Vznikne tak téměř nerozbitný celek. Někteří výrobci ještě dosud používají k celotranzistorovým přijímačům elektronkové nebo kombinované vysílače. Velmi vtipně je řešen Mecatron, výrobek fy Metz.

Vysílač, jehož zapojení je na obr. 15, je jednostupňový stabilní laděný oscilátor s elektronkou EL95, napájený střídavým napětím z tranzistorového měniče. Oscilátor pracuje v zapojení „laděná mřížka, laděná anoda“, čímž je zaručena poměrně vysoká stabilita pracovního kmitočtu (27,120 MHz). Obvod mřížky, anody a anténního členu jsou každý ve vlastním boxu, tedy dokonale odstíněny, takže vzájemné vazby obvodů jsou vyloučeny. Tranzistorový měnič je dvoustupňový. První tranzistor pracuje jako nf oscilátor, přeladitelný změnou kapacity. Tyto kapacity lze měnit bez zásahu do vnitřku vysílače, přepínač  $P$  je vyveden na boční stěnu skříně a podle používaného přijímače, který je laděn na jeden ze tří kmitočtů, se volí modulační kmitočet vysílače. Kmitočet prvního kanálu je  $f_1 = 3,3$  kHz, druhého  $f_2 = 2,73$  kHz a třetího kanálu  $f_3 = 2,28$  kHz. Z vazeb-

ního vinutí  $IV$  transformátoru  $TR_1$  tohoto oscilátoru je buzen výkonový tranzistor, pracující ve třídě B. V jeho kolektoru je vinutí „výstupního“ – převodového transformátoru  $TR_2$ , z jehož sekundáru je napájen vf oscilátor. Oscilátor vlastně pracuje pulsne – pouze v době špičky kladné půlvlny, kdy napětí z měniče přesahuje značně hodnotu pracovního stejnosměrného napětí, určeného pro tuto elektronku. Je tak dosaženo vysokého výkonu vysílače – výrobce udává výstupní výkon 3 W. Vysílač je napájen ze čtyř monočlánků zřejmě velmi dobré kvality, neboť odběr měniče a žhavení elektronky je větší, než 1 A. Protože se vhodná jádra na oba transformátory dosti obtížně shánějí, uvedu několik rad pro jejich výběr: pro  $TR_1$  se bude nejlépe hodit feritové jádro E, pro  $TR_2$  – permalloy, superpermalloy nebo nejlépe toroidní jádro. Počet závitů, uvedený v textu pod obrázkem, má sloužit jako vodítko pro experimentování.

Zřejmě z důvodu zbytečně velkého výkonu a též značné spotřeby je vyráběna další verze, pracující na tomtéž principu shodného provedení, ale výkonu pouze 1 W s bateriovou elektronkou DL94, napájenou z tranzistorového měniče s jedním tranzistorem. Zapojení vysílače je na obr. 16. Napájení je ze třívolтовé baterie, sestavené opět z monočlánků. Od-

Obr. 15. Zapojení vysílače soupravy Mecatron. Cívka  $L_1$  má 11 záv na  $\varnothing$  8 mm, odbočka na 1. a 3. záv, pro mřížkovou odbočku zkusmo. Cívka  $L_2$  má 13 záv na  $\varnothing$  100 mm,  $L_3$  - 10 záv na  $\varnothing$  10 mm, odb. na 8. záv,  $L_4$  a  $L_5$  - indukčnost 60  $\mu$ H.  $TR_1$  je na jádře s mezerou 0,08 mm, plechy EI, vinutí I - 20 záv 0,1 CuL, II - 50 záv 0,3 CuL, III - 1450 záv 0,1 CuL, IV - 15 záv 0,3 CuL.  $TR_2$  je na jádře bez mezery, plechy EI, I - 20 záv 0,5 CuL, II - 1200 záv 0,1 CuL



Obr. 16. Schéma úsporně řešeného vysílače fy Metz

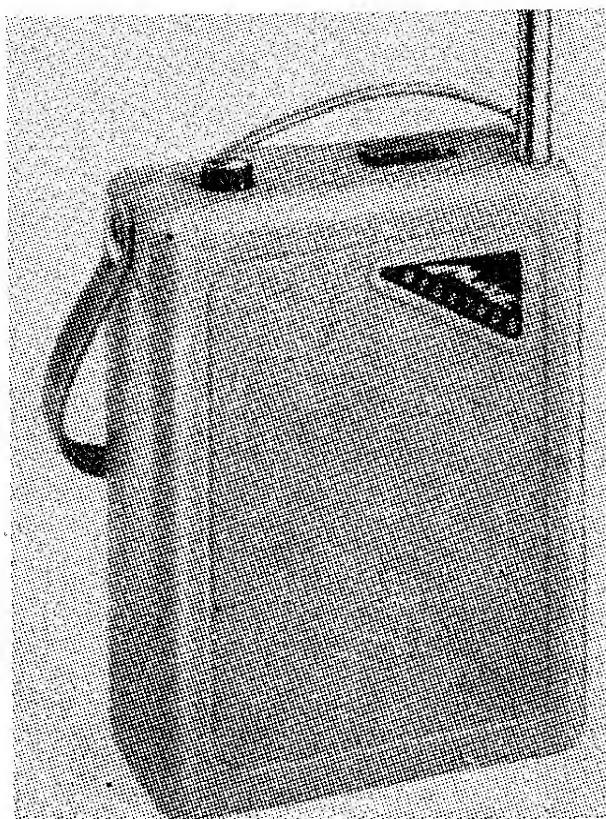
běr z tohoto zdroje je bez vysílání signálu 50 mA (žhavící proud elektronky). Při vysílání signálu proud stoupne na 500 mA. Vysílač pracuje opět na kmitočtu 27,120 MHz. Modulační kmitočet, tedy i kmitočet tranzistorového měniče, je 2500 Hz. Zajímavé je přizpůsobení antény. Za anténním článkem (cívka  $L_2$  s kapacitami) je soustava vázaných cívek  $L_3 \div L_6$ , které přizpůsobují anténu k umělé zemi (protiváze). Firma Metz vyrábí aparatury i v tříkanálové verzi, včetně celotranzistorových přijímačů. Vysílače jsou stejného mechanického provedení, včetně skříně. Typické provedení vysílače firmy Metz je na obr. 17, vnější vzhled jiného je na obr. 18. V poslední době přišlo na trh 10  $\div$  12povelové celotranzistorové zařízení s možností provozu



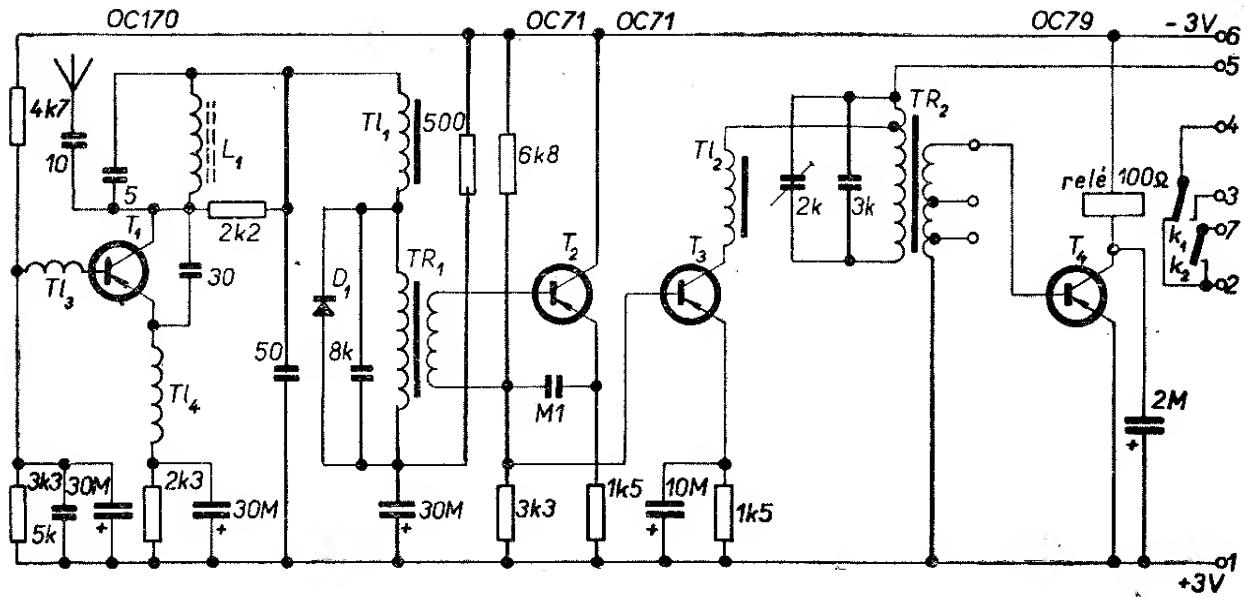
Obr. 17. Konstrukční uspořádání vysílače podle obr. 16

se třemi povely současně (model 195). Téměř tradičně je opět použito kromě složitého modulátoru elektronky na koncovém stupni vysílače, zaručující konstantní výkon, nezávislý na teplotě okolí. Přijímač je již superhet. Pro značnou složitost a obtížné napodobení neuvádíme zapojení této aparatury.

Přijímač Megatron, pracující s vysílačem první verze (podle obr. 15) je na obr. 19. Za zmínku stojí paralelní zapojení diody  $D_1$  k primáru převodního transformátoru  $TR_1$ . Tato dioda pracuje jako omezovač pro vyšší špičky signálu a částečně tvaruje průběh napětí. Sekundár transformátoru budí první stupeň zesilovače  $T_2$ , zapojený jako emitorový sledovač. Zapojení emitorového sledovače je výhodné z důvodu vhodného přizpůsobení druhého stupně zesilovače  $T_3$ . V kolektoru tohoto tranzistoru je paralelní filtr. K tomuto filtru (mezi vývody 5 – 6) je možno připojit doplněk s dalšími filtry. Tyto se tedy připojují do série. V jednopovelové verzi jsou vývody 5 a 6 zkratovány. Ko-



Obr. 18. Celkový pohled na vysílač fy Metz

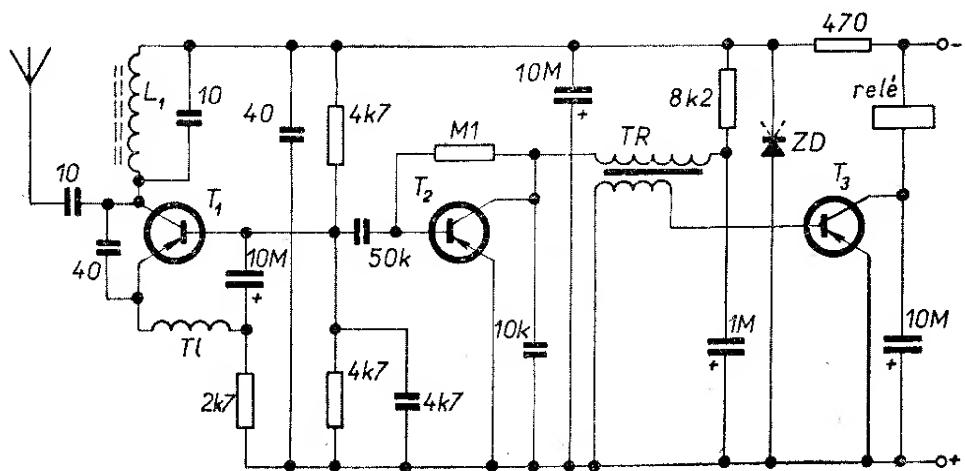


Obr. 19. Přijímač Metz pro vysílač podle obr. 15. Cívka  $L_1$  má 27 záv na  $\varnothing 6$  mm s mozaickým jádrem  $M5 \times 0,75$ . Nízkofrekvenční tlumivky  $Tl_1$  a  $Tl_2$  mají 1325 záv na feritovém jádru  $EI 3 \times 3$ .  $TR_1$  má převod 7 : 1, primár 1200 záv 0,05 CuL, sekundár 170 záv 0,07 CuL,  $TR_2$  má převod 4 : 1, primár 1400 záv 0,05 CuL, odbočka na 226. záv, sekundár 56 záv 0,05 CuL. Oba jsou vinuty na feritovém jádru  $EI 5 \times 5$  mm

lektor tranzistoru  $T_3$  je připojen na odbočku primáru transformátoru (filtru) přes nf tlumivku  $Tl_2$ , která odstraňuje zbytky přerušovacího kmitočtu a omezuje šum. Připojením kolektoru na odbočku primárního vinutí se docílí minimálního zatížení laděného obvodu vnitřním odporem tranzistoru a tedy maximálního  $Q$  obvodu. Filtr je proveden jako převodní transformátor, z jehož sekundáru je buzen spínací tranzistor, pracující obvyklým způsobem.

Jednopovelový přijímač, doporučený pro práci s vysílačem druhé verze (podle

obr. 16) je na obr. 20. Jeho název je Super-Baby. Pro velmi jednoduché zapojení není třeba zvláštního komentáře. Za povšimnutí stojí pouze použití Zenerovy diody ke stabilizaci napětí pro superregenerační detektor a nf zesilovač. Dosah s vysílačem (obr. 16) je podle pramenů větší než 100 m. Váha je pouhých 65 g. Spotřeba bez signálu 5 mA a se signálem 30 mA. Napájecí napětí je 6 V a to z tužkových baterií, pro které je dodáván speciální držák. Hodí se hlavně pro malé modely letadel nebo lodí. K přijímači je dodáván servovybavovač, který pracuje tak,



Obr. 20. Přijímač Super-Baby firmy Metz pro vysílač podle obr. 16

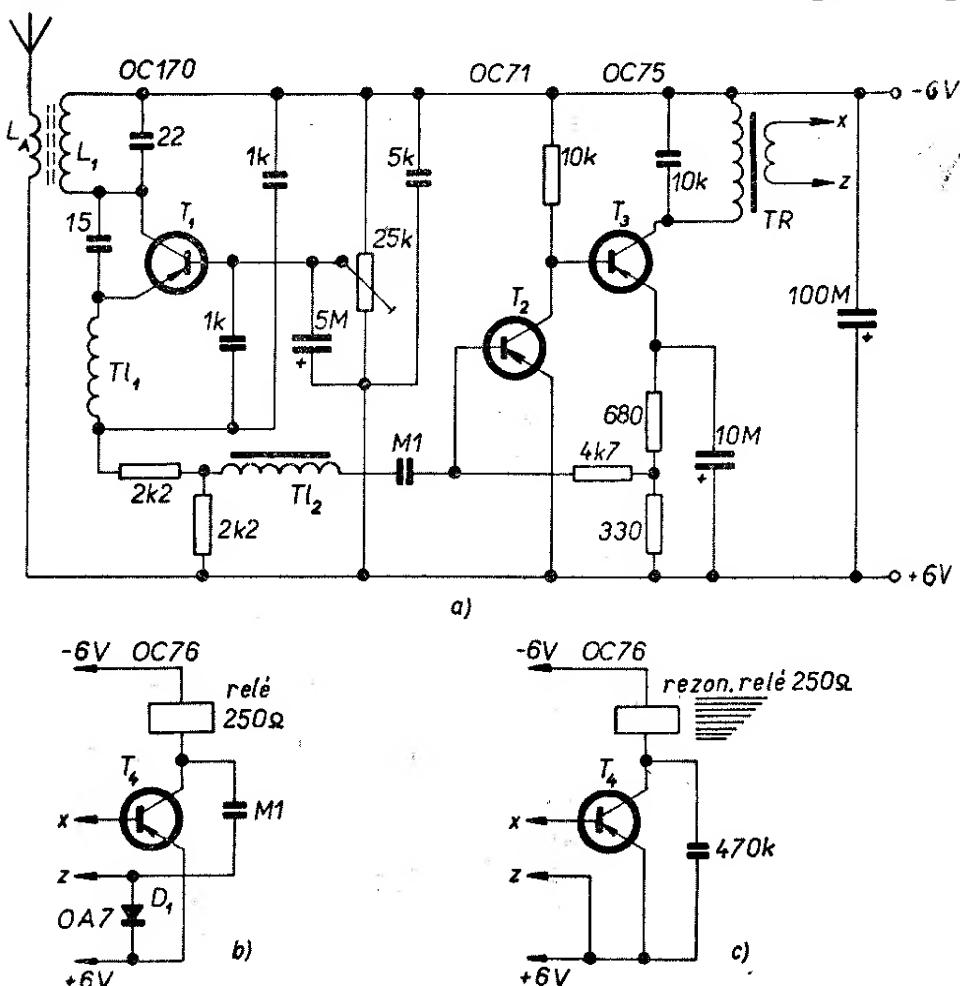
že na první povel změní polohu na jednu stranu, při zaniknutí signálu se vrací do 0, při vyslání dvou povelů za sebou zaujmé polohu protilehlou a opět po zaniknutí povelu se vrací do nuly. Pracuje vlastně známým systémem jako rohatka, ovšem s elektrickým pohonem.

V pramenu [2] je uvedeno zapojení celotranzistorového přijímače v modulovém provedení. K základnímu modulu – vstupní obvod s vf superregeneračním detektorem, tranzistorem OC170 a nf zesilovačem – je možno připojit jak jednoduchý koncový stupeň s relé pro jednopovelový provoz, tak koncový stupeň s osmijazyčkovým rezonančním relé. Zapojení základního modulu s doplňky je na obr. 21. Superregenerační stupeň je běžného zapojení. Pracovní bod tranzistoru se nastavuje potenciometrem  $25\text{ k}\Omega$ . Signál je odebíráno z děliče emitoru přes filtrační tlumivku  $Tl_2$  a vazební kondenzátor  $0,1\text{ }\mu\text{F}$  a přiváděn na vstup zesilovače. Zesilovač je úsporného, ale vtipného zapojení zejména co do zavedení zpětné vazby

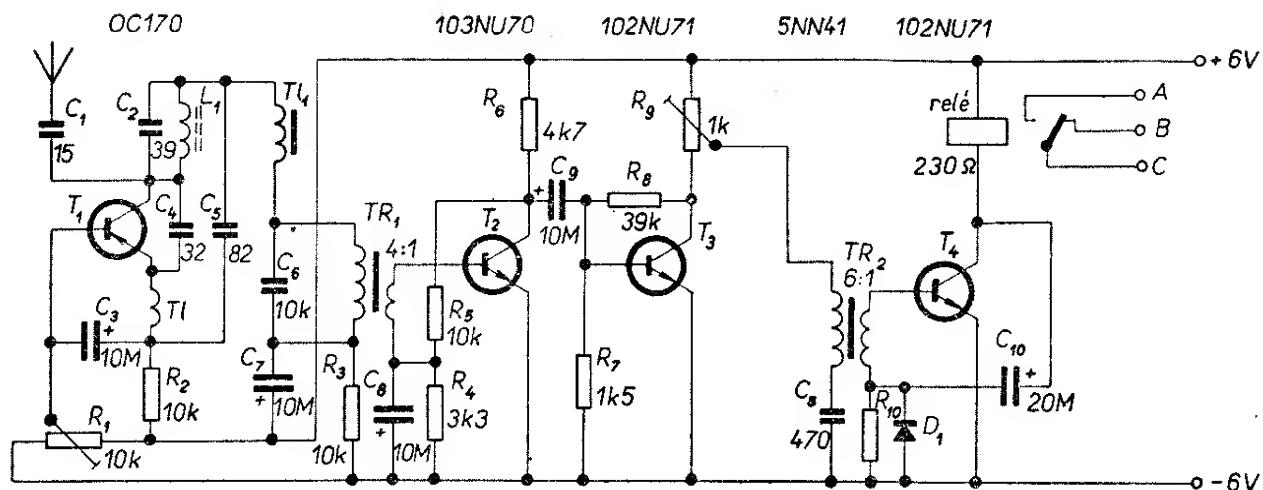
a napájení báze I. zesilovacího stupně ( $T_2$ ). Rozměry přijímače jsou opravdu miniaturní asi  $4 \times 4,5 \times 5\text{ cm}$ .

Jedním z nejrozšířenějších jednopovelových přijímačů jsou zařízení konstrukce ing. H. Schumachera. Je to přijímač Monifix, který byl podrobně popsán v [3] pod názvem Mino.

Jako poslední z jednopovelových přijímačů je na obr. 22 zapojení přijímače, který je vlastně zjednodušený a upravený vícepovelový přijímač firmy Telekont. Vzniklo ověřováním původního zapojení. Přijímač je celotranzistorový s citlivostí asi  $4 \div 5\text{ }\mu\text{V}$ . Vstupní část opět pracuje jako sr. detektor. Vazba s nf zesilovačem je uskutečněna převodním transformátorem  $TR_1$  o převodu  $4 : 1$ . Tento transformátor a nf tlumivka  $Tl_1$  jsou popsány ve statí o přijímačích Multton a Trix. Transformátor  $TR_1$  je naladěn na kmitočet 2300 Hz. První zesilovací stupeň s tranzistorem  $T_2$  se zesílením alespoň 80 (až 150) je tepelně stabilizován napěťovým děličem a účinnost stabilizace je zvětšena



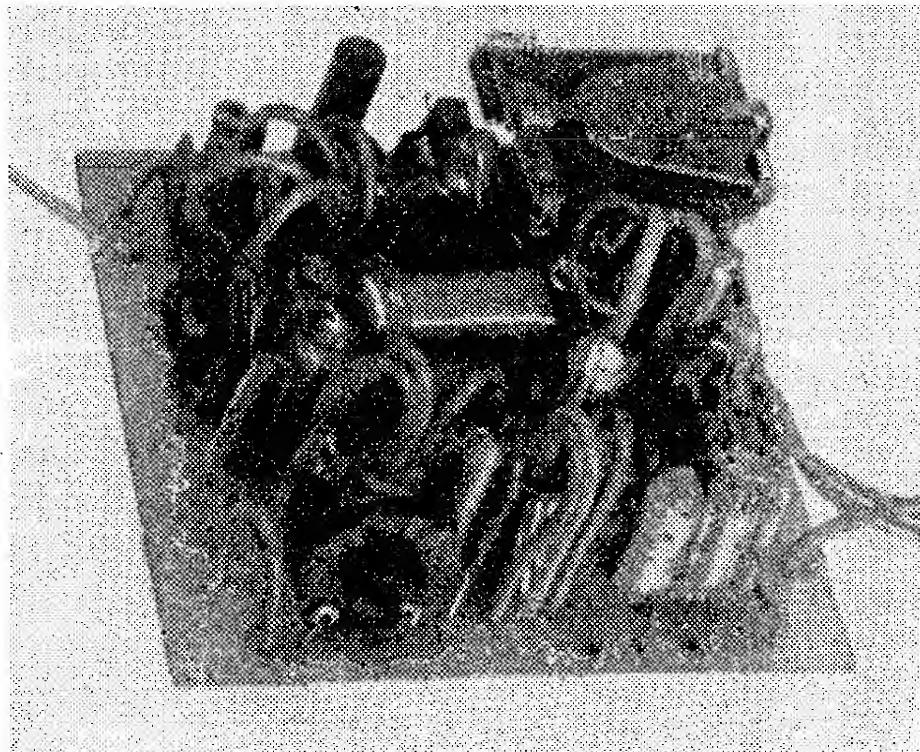
Obr. 21. Zapojení tranzistorového přijímače (a) s jednopovelovým koncovým stupněm (b), nebo koncovým stupněm pro 8 povelů (c)



Obr. 22. Zapojení zjednodušeného vícepovelového přijímače firmy Telecont. Cívka  $L_1$  má 12 záv 0,4 CuL na  $\varnothing 5$  mm,  $Tl_1$  má 750 mH, 1000 záv na jádru EI 3×3

připojením horní části tohoto děliče přímo na kolektor. Druhý stupeň zesilovače  $T_3$  pracuje ve třídě B – tento tranzistor zesiluje pouze kladné půlvlny (pulsy) a současně pracuje jako omezovač. V kolektoru je potenciometr  $R_9$ , ze kterého je napětí přiváděno na sériový rezonanční obvod (viz též popis přijímače soupravy Multton a Trix) s transformátorovou vazbou na spínací obvod, naladěný na kmítocet 2750 Hz. V kolektoru tranzistoru  $T_4$  je použito spínacího relé o odporu 230  $\Omega$ .

Napájecí napětí je 6 V. Celý přijímač je sestaven na destičce s plošnými spoji o rozměrech  $6 \times 6$  cm a výšce 23 mm. Jeho spotřeba je nepatrná, maximálně 5 mA klidového proudu, při signálu ne-překročí 20 mA. Příklad provedení je na obr. 23. Dosah byl zkoušen s několika druhy vysílačů (elektronkový, tranzistorový jak s modulací sinusovou, tak modulovaný pulsně – Multton a Trix) a nebyl menší než 400 m, výkon vysílače postačí 100  $\div$  150 mW. Teplotní stabilita je do-



Obr. 23. Provedení přijímače podle obr. 22

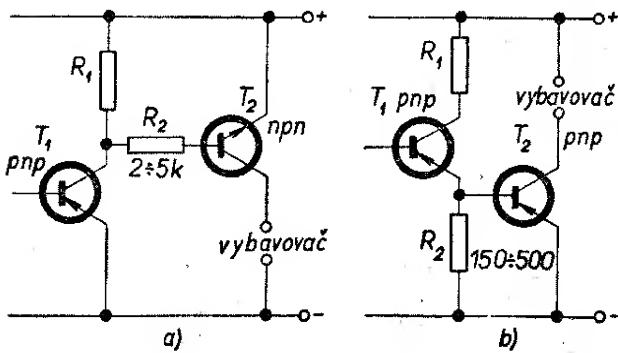
statečná v rozsahu teplot —5 až +40 °C, dá se zlepšit zařazením termistoru do série s odporovým trimrem  $R_9$  v kolektoru  $T_3$ . Vhodnou hodnotu tohoto termistoru je nutno vyzkoušet a bude se pohybovat mezi  $300 \div 600 \Omega$ .

V uvedených přijímačích je jako spínacího prvku v obvodu koncového stupně použito spínacího relé. Lze jej ve většině případů nahradit odporem nebo tlumivkou a jako spínacího prvku použít tranzistoru. Příklady takového jednoduchého zapojení jsou na obr. 24. Tyto bezkontaktní způsoby spínání mají nesporně své přednosti. Vyžadují však vhodných a výkonových tranzistorů. Potřebný výkon tranzistorů je dán požadovaným spínacím proudem, tedy proudem vybavovače. Je to požadavek čistě individuální a pro všeobecné použití nevhodný. Za relé lze zařadit libovolný vybavovač a přijímač s relé je tedy univerzálnější. Jako každá součástka s pohyblivými mechanickými díly je však relé méně spolehlivé v provozu. Pro spolehlivý provoz je nutné relé občas zbavit nečistot (smetí a prachu) hlavně v místech pohybu kotvy a vyčistit jeho kontakty. Tyto čistíme vhodným rozpouštědlem, nikdy ne smirkovým plátnem a nebo dokonce pilníčkem. Osvědčilo se čištění hrubším papírem (novinový, kancelářský), namočeným v benzинu, ale pozor na chloupky, které okraje papíru někdy pouští. V ideálním případě by kontakty relé měly být vyleštěny. Relé musí pracovat bez jakéhokoliv me-

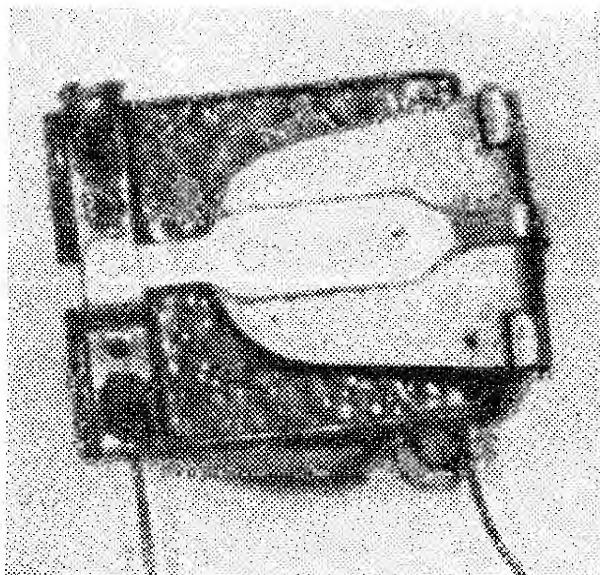
chanického odporu, tedy volně a přitažení musí být „tvrdé“. Pro zařízení dálkového ovládání jsou vhodná relé z meteorologických sond, které po úpravě vyrábělo pro modelářské účely MVVS Brno a tato relé se ukázala jako vysoce spolehlivá. Je vyobrazeno na obr. 25.

V poslední době MVVS Brno vyrábilo miniaturní typ relé pro dálkové ovládání modelů. Toto relé [4] je z kvalitních antiremanentních materiálů a lze je doporučit pro veškerá zařízení dálkového ovládání. Pod označením *anodové relé AR-2* jej dodává přímo výrobce a to na objednávku. Konstrukce je patrná z fotografií v popisu přijímače zařízení Multton a Trix. V praktických zkouškách se ukázalo, že tato relé jsou odolná vůči vibracím díky malé hmotě kotvy; spínáný proud je větší než 0,5 A. Relé je nutno v některých případech upravit správným nastavením kontaktů, jež při sériové výrobě nebývají vždy správně upraveny.

Na závěr statí o jednopovelových zařízeních uvedeme účelné doplňkové zařízení – multivibrátor, jehož zapojení je na obr. 26. Umožňuje jednoduché řízení modelu, zvláště je-li vybavovačem pouhý magnet. Princip je jednoduchý. Uvažujeme-li, že bez signálu je kormidlo modelu v poloze levé zatačky a při signálu v poloze pravé zatačky, pak přímý let.



Obr. 24. Dvě možná zapojení tranzistoru jako spínače. Odpory  $R_2$  je nutno v každém případě odzkoušet. Je možno použít i tranzistorů opačné vodivosti, pak se přepojuje zdroj napětí

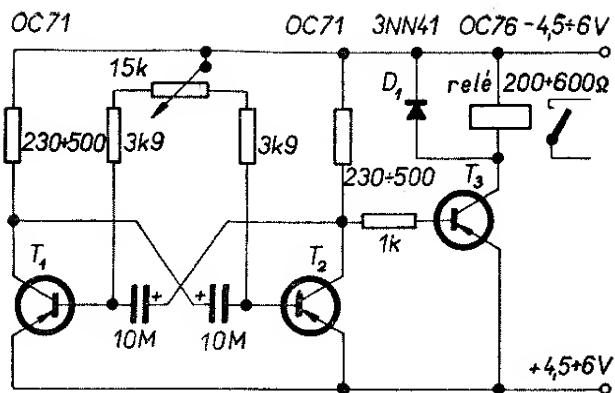


Obr. 25. Modelářské relé – výrobek MVVS Brno

u správně sestaveného modelu se vyvolá střídáním těchto poloh v pravidelných intervalech. Toto obstará multivibrátor. Pro zatáčku v určitém směru prodloužíme impuls pro tento směr. Současně se však zkracuje doba impulsu opačného směru. Toto lze provádět ručním ovládáním tlačítka vysílače nebo použitím zmíněného multivibrátoru a ovládání spočívá pouze v natáčení potenciometru buď knoflíkem nebo pákou (tzv. kniplem) do žádaného směru. Takto je možno snadno volit i poloměr zatáčky. Toto jednoduché zařízení se k vlastnímu vysílači připojuje dvěma přívody (relé multivibrátoru paralelně k tlačítku ručního ovládání vysílače). Příklad provedení je na obr. 27. V zapojení podle obr. 26 vyhoví téměř každý nízkofrekvenční tranzistor se zesílením alespoň 30. Bylo použito výprodejní polarizované relé pro jeho minimální odběr a spolehlivost kontaktů. Multivibrátoru se používá hlavně k řízení větroňů. K řízení rychlejšího motorového modelu, hlavně při větru, není multivibrátor vhodný. Teoreticky by mohl zastat dvoupovelovou soupravu.

#### IV.1. Přijímače vícepovelových souprav s rezonančním relé

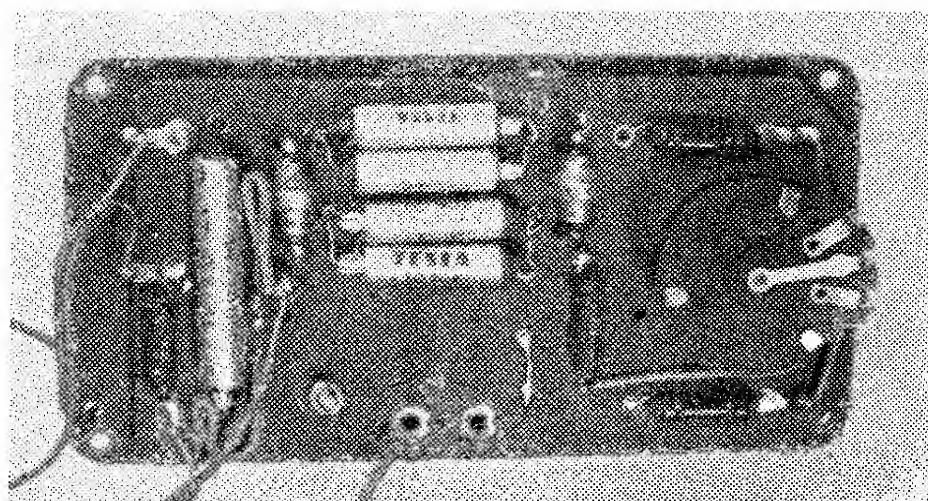
Požadavek ovládání modelu podél všech os – akrobatický let – si vyžádal složitější a spolehlivé aparatury. Nejsnadněji byl požadavek rozšíření počtu povelů splněn použitím rezonančního relé v přijímači a velmi přesných tóno-



Obr. 26. Zapojení multivibrátoru – doplňku jednopovelového vysílače

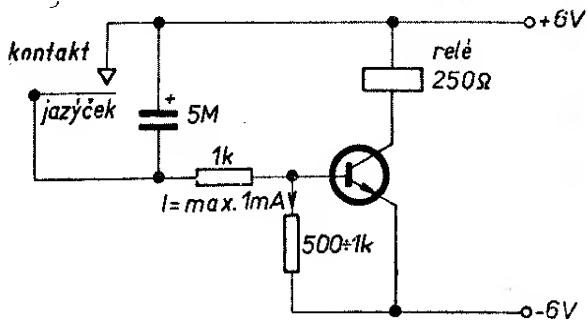
vých oscilátorů ve vysílači. Dnes je již tento způsob vícepovelového ovládání překonán vysokou technikou elektronických filtrů a digitálních (matematických) soustav. Přesto má však jazýčkové relé své výhody, je to hlavně jednoduchost celého zařízení a tím i spolehlivost provozu. Použitím rezonančního relé je umožněno ovládat jednoduchým způsobem několik prvků.

Relé je založeno na principu rozkmitání pružné planžety elektromagnetickými kmity. Rezonanční relé je možno přirovnat ke sluchátku, u něhož je membrána nahrazena řadou různě dlouhých kovových pásků – jazýčků. Pracovní kmitočtová oblast leží v dolní části akustického spektra. Ponejvíce se užívá kmitočtů 200  $\div$  600 Hz. Jazýčky musí být z antiremanentních materiálů – například za studena válcovaného kovu, zvaného



Obr. 27. Uspořádání součástek multivibrátoru

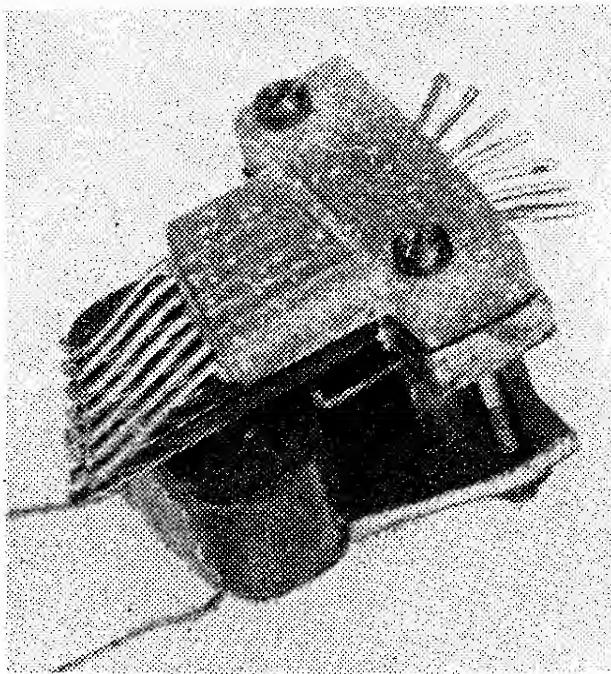
Arema. V nouzi je lze vyrobit i z obyčejného železného plechu. Jejich síla, šířka a délka (hmota) udávají kmitočet, na kterém rezonují. Jsou většinou stejné šíře a tloušťky, mění se jejich délka (jsou šikmo sestříženy) a úpravou délky se ladí. Doladění se provádí též nanášením cínu na konce jazýčků. Mohou být jednotlivé nebo na jednom konci spojené jako hřeben. Jejich upevnění musí být velmi precizní, aby se neuvolnily. Bývají též povrchově upravovány. Jak již bylo řečeno, pracuje relé podobně jako sluchátko, tedy střídavé nízkofrekvenční napětí vybudí cívku, která je permanentním magnetem předbuzena a přes magnetický obvod a vzduchovou mezera se pole uzavírá. Je-li cívka buzena kmitočtem, na kterém je schopen rezonovat (na který je naladěn) některý z jazýčků, rozkmitá se. Nad každým jazýčkem je připevněn sběrací kontakt, podobně jako u bzučáku: kmitající jazýček v horní části svého rozkmitu na něj naráží. Kontakt je zhotoven z kvalitního kontaktního materiálu a též na jazýčky bývají připájeny plošky z tohoto materiálu. V době styku jazýčku s kontaktem je uzavřen elektrický obvod, který spíná další relé (výkonové spínací relé) nebo spínací obvod s tranzistorem. Jazýček a kontakt jsou překlenuty kondenzátorem o kapacitě několika mikrofaradů, který má nejen odrušovací účinek, ale hlavně plní funkci zpožďovacího člena pro spínací obvod, takže tento obvod nekmitá v rytmu spínaných doteků, ale trvale drží po dobu kmitání jazýčku. Kmitočet nesmí být však nižší, než je vybíjecí doba těchto kondenzátorů. V praxi používaná hodnota



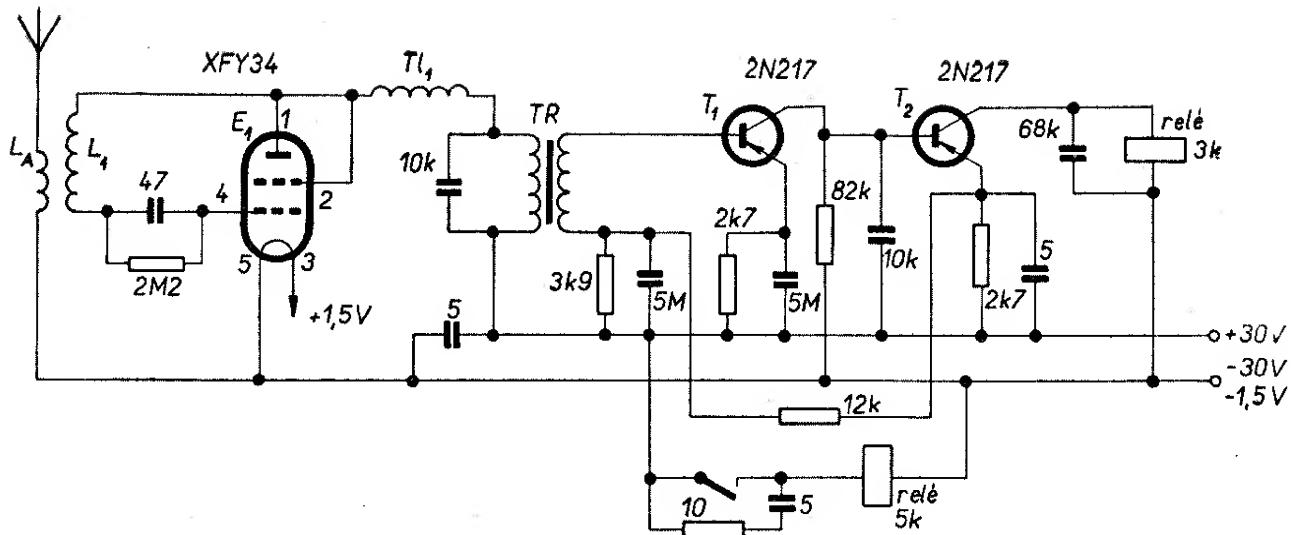
Obr. 28. Připojení relé k jazýčku rezonančního relé přes oddělovací tranzistor

kapacity je  $2 \div 5 \mu\text{F}$ . Na obr. 28 je příklad zapojení výkonového spínacího relé s oddělovacím tranzistorem. Přes jazýčky a kontakty nemá být spínán velký proud, maximálně několik mA. Používá se proto za každým jazýčkem zvláštního spínacího tranzistoru, který můžeme též nazvat oddělovací. Na bázi tohoto oddělovacího tranzistoru je přiváděno napětí, které jej otevírá. Teprve v jeho kolektoru se používá výkonového relé nebo dalších obvodů, určených k vyhodnocování přijatého signálu (tranzistorové servosystémy). Příklad amatérského provedení jazýčkového relé je na obr. 29. Toto relé má 6 jazýčků, je jím tedy možno spínat 6 různých obvodů a ovládat 6 prvků, tedy řídit např. směrové kormidlo, výškové kormidlo a ovládat motor nebo křídélka.

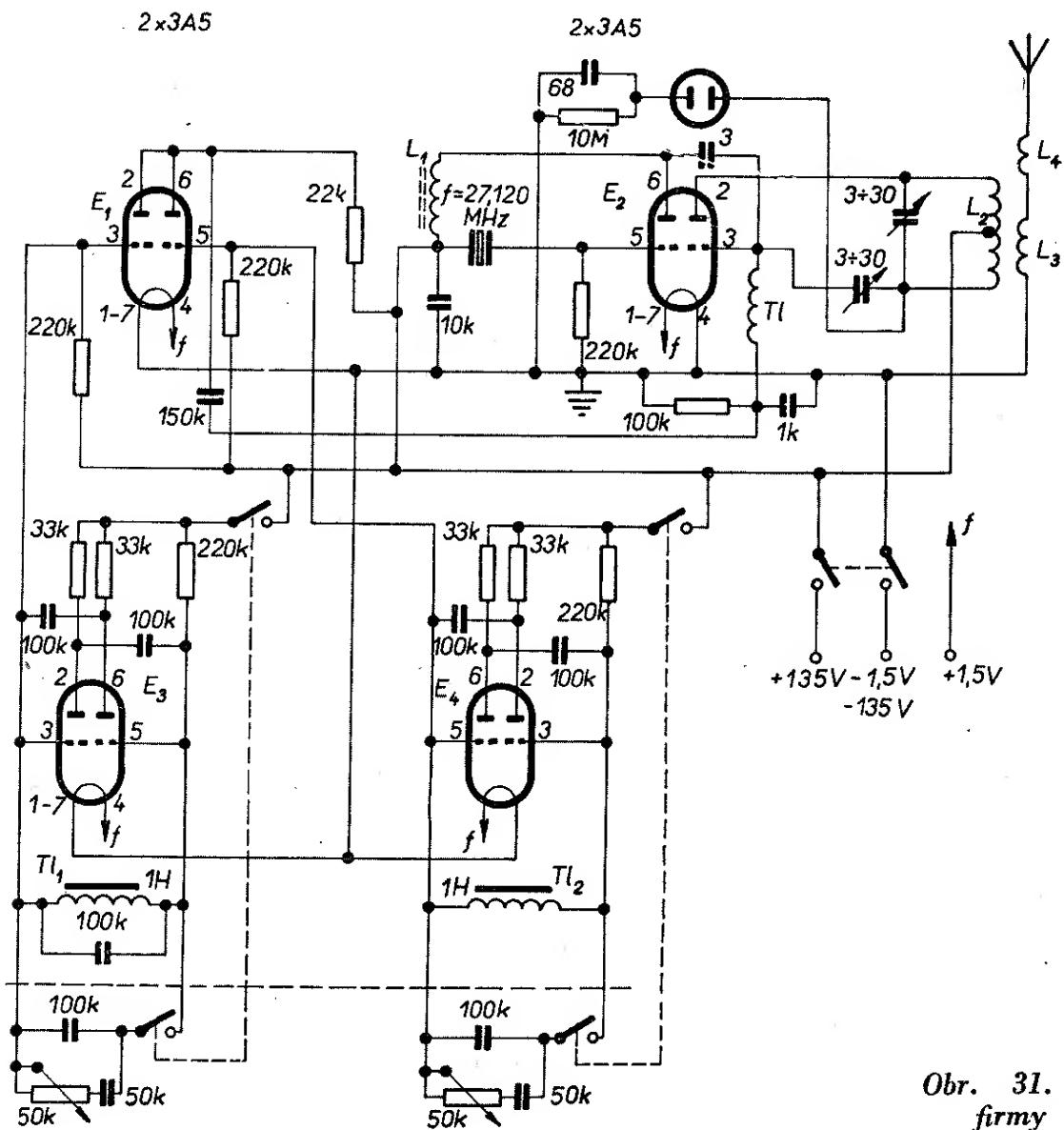
Mnozí modeláři jazýčkové relé zavrhuje, alc je to jedno z nejlacinějších a nejspolohlivějších zařízení pro vícepovelové ovládání. Ke správné funkci zařízení je však nutno použít extrémně stabilních nízkofrekvenčních oscilátorů ve vysílači. Jazýčky rezonují v úzkém rozsahu kolem svého rezonančního kmitočtu. Obyčejně to bývá několik Hz v uvedené pracovní



Obr. 29. Amatérsky zhotovené rezonanční jazýčkové relé



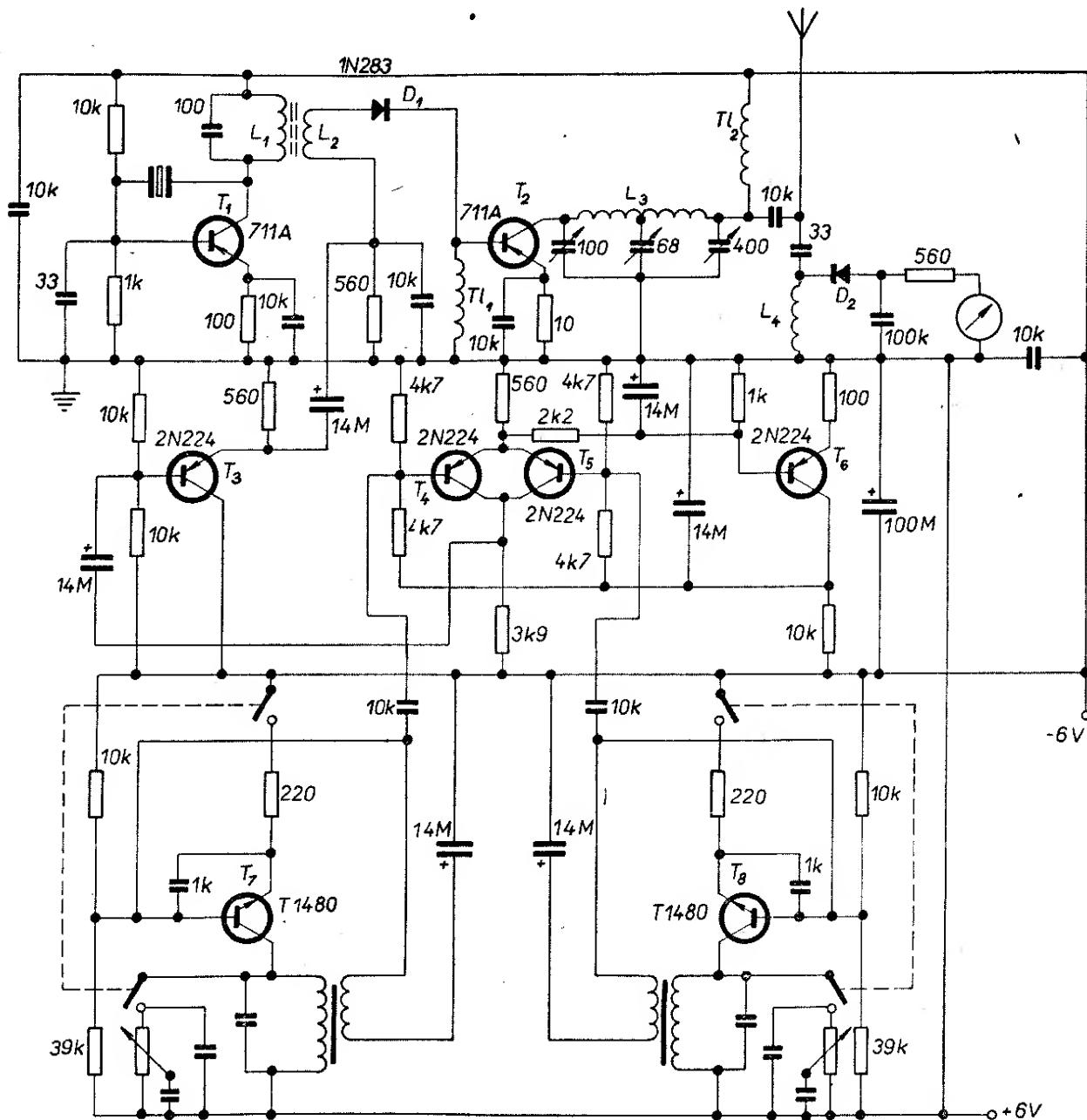
Obr. 30. Přijímač firmy Orbit



*Obr. 31. Vysílač  
firmy Orbit*

oblasti  $200 \div 600$  Hz. Praktická zkouška, je-li na její přesnost možno spoléhat, ukázala, že jazýčky kmitají v rozmezí  $\pm 3 \div 5$  Hz od základního kmitočtu. Jako příklad ladění jednotlivých jazýčků uvádíme podle zahraničních pramenů tyto kmitočty deset jazýčkového relé: 243, 275, 305, 335, 355, 380, 405, 435, 465, 500 Hz. Jiné zahraniční relé značky MEDCO je laděno na tyto kmitočty: 314, 365, 383, 415, 450, 478, 505, 545, 582, 610 Hz. Jak je z uvedených kmitočtů

zřejmé, relé jsou laděna do rozsahu jedné oktavy. Je to z důvodů harmonických kmitočtů, jejichž přítomnost není možno vyloučit a jež by mohly způsobit nežádoucí sepnutí kontaktů – jazýčků, nalaďených o oktavu výše nebo níže. Nejznámějším výrobcem zařízení s jazýčkovým relé je firma Orbit. Zapojení nejstarší takové soupravy – konstrukce amerického modeláře B. Dunhamu – je na obr. 30, 31. Přijímač (obr. 30) je s elektronkovým vstupem. Zapojení nízkofrekvenčního ze-



Obr. 32. Vícepovelový vysílač firmy Orbit. Velikosti neoznačených kondenzátorů v nf oscilátorech nejsou v pramenu uvedeny

silovače je velmi stabilní. Silná záporná zpětná vazba zaručuje tepelnou stabilitu v široké oblasti teplotních změn. Přijímač je schopen pracovat se dvěma povely současně. Vysílač (obr. 31) je vybaven dvěma stabilními oscilátory v multivibrátorovém zapojení. Tyto jsou laděny indukčnostmi  $Tl_1$  a  $Tl_2$  velikosti 1 H a příslušnými kapacitami. Vždy dva povely je možno vyslat jedním kiprem s nulovou polohou sepnutím dvou párů kontaktů současně. Pro nastavení každého z deseti vysílaných kmitočtů je použito potenciometru. Modulace je anodová současně do oscilátoru i koncového stupně. Obstarává ji jednoduchý modulátor ve funkci přepínače signálu v multivibrátorovém zapojení. Oscilátor vysílače je řízen krystalem 27,120 MHz. Koncový stupeň dodává dostatečný vf výkon pro práci v okruhu 400  $\div$  500 m. Toto byla nejjednodušší souprava firmy Orbit. V současné době tato firma vyrábí již superhetety s jazýčkovým relé a celotranzistorové vysílače. Schéma vysílače, pracujícího na obdobném principu jako předcházející zařízení, je na obr. 32. Zajímavé je zapojení stabilních oscilátorů a modulátoru. Celé zařízení je velmi dobře tepelně stabilizováno. Dosah udává výrobce větší než 400 m.

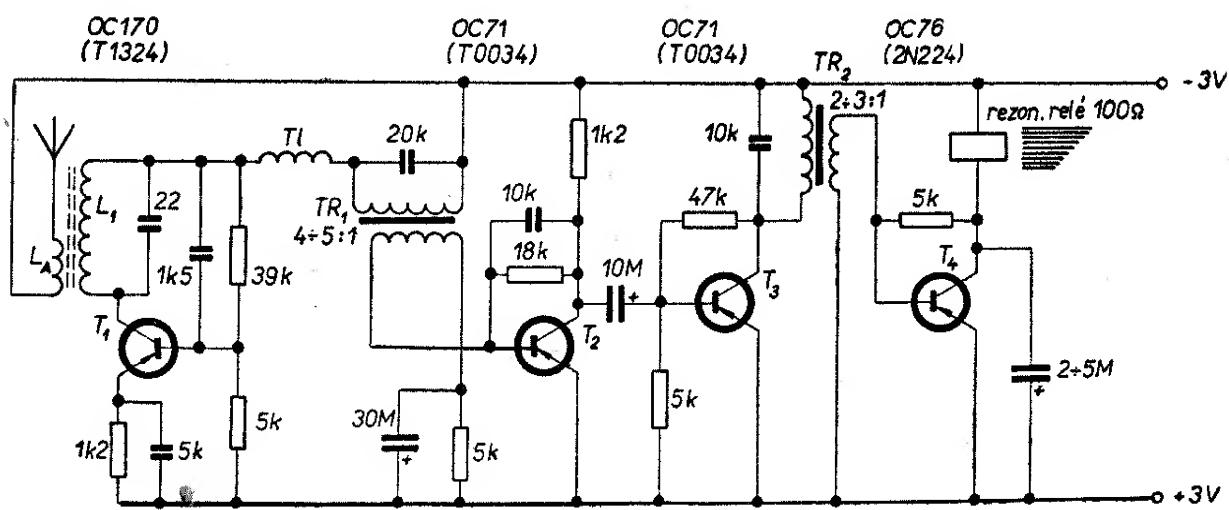
Zařízení s jazýčkovým relé jsou velmi oblíbena. Nejmodernější zeřízení tohoto druhu mají superhetové přijímače. Vy-

sílače pro svou spolehlivost bývají však často elektronkové.

Příklad zapojení celotranzistorového přijímače firmy MIN-X je na obr. 33. Vyrábí se v 4, 6, 8, 10 i 12povelové verzi. Je celkem obvyklého zapojení. V případě jeho stavby je možno použít našich tranzistorů ( $T_1$  0C170,  $T_2$ ,  $T_3$  0C71,  $T_4$  0C76). Transformátory je vhodné navinout na transformátorová jádra EB 4, EB 5. Ladíme je v pásmu přenášených kmitočtů, tj. 200  $\div$  600 Hz. Nedoporučuje se ladit oba na stejný kmitočet pro nebezpečí rozkmitání. Rezonanční relé pak vyhoví o odporu 100  $\div$  150  $\Omega$  při napájecím napětí 3 V. Toto napětí lze bez změn zapojení zvýšit na 4,5 V.

Pro jedno- i vícepovelové soupravy se v poslední době v zahraničí používá superhetových přijímačů. V dohledné době však bude nutno vyrábět i u nás superhetové přijímače pro dálkové ovládání modelů a to hlavně pro jejich vysokou selektivitu ve srovnání se selektivitou superregeneračních přijímačů. Při použití superhetů je možno pracovat i s několika soupravami najednou, ovšem za předpokladu, že jsou laděny každý na jiný vf kmitočet. Provoz je pak nejen bezpečnější, ale urychlí se i spád při závodech, protože se v poslední době létání s R/C modely stále rozšiřuje.

K soupravám s rezonančním relé jsou konstruovány speciální servosystémy, ve



Obr. 33. Zapojení jednoduchého přijímače s rezonančním relé

kterých je zabudován speciální tranzistorový zesilovač. Pro ovládání jednoho servosystému je třeba dvou jazýčků. Příklad zapojení takového servosystému je na obr. 34.

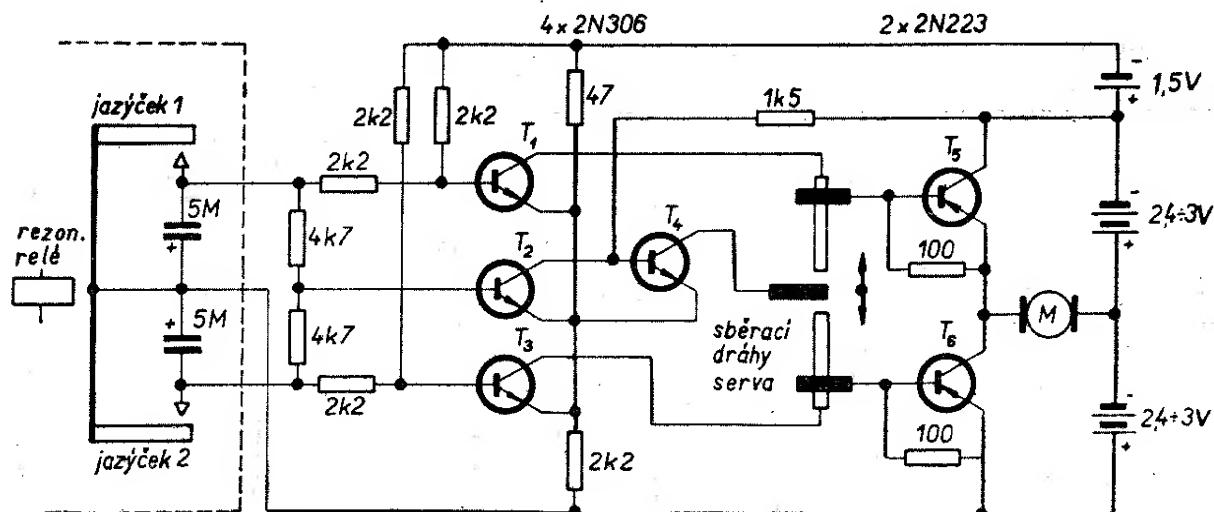
#### IV.2. Přijímače vícepovelových souprav s elektrickými filtry

Vedle základního jednoduchého principu vícepovelového ovládání s rezonančním relé se v posledních letech objevily soupravy, které k vyhodnocení jednotlivých povelů používají elektrických filtrů. Signál – nf modulační kmitočet – je vysílačem vyslán jako v předešlých případech. V přijímačích jsou však rezonanční LC obvody, které nahrazují vlastně jednotlivé jazýčky relé. Jakmile je na ně přivedeno nízkofrekvenční napětí o rezonančním kmitočtu, vznikne na nich rezonanční napětí, které je odebráno na další elektrické obvody, kde je usměrněno a dále zpracováno. Pro každý povel je tedy třeba zvláštěho rezonančního LC obvodu a spínacího obvodu. Rezonanční obvody jsou pak buď paralelní nebo sériové. Sériových obvodů se používá až v poslední době a zdá se, že jsou výhodnější. Funkce obvodu je jistě každému amatéru známa, často se však zapomíná na správné impedanční přizpů-

sobení k obvodu, ve kterém jsou zapojeny. Je důležité mít na zřeteli, že paralelní rezonanční obvod podle obr. 35a vyžaduje, aby nebyl zatěžován, musíme jej tedy zapojit do obvodu s co nejvyšší impedancí – co nejvyšším odporem. Je-li tato podmínka zachována, pak teprve můžeme očekávat správnou funkci obvodu, totiž že se na něm nakmitá maximální rezonanční napětí. Je-li nevhodně zatížen (nepřizpůsoben), jeho rezonanční křivka se zploští a obvod se jako filtr stává nevhodným. Jsme-li nuceni jej připojit na obvod o nižší impedance, než je impedance obvodu při používaném rezonančním kmitočtu, pak je nutno použít oddělovacího odporu, nebo je-li to možno, připojit jej na odbočku indukčnosti. Tím je zatížena pouze část vinutí a zbytek vinutí prakticky pracuje bez zátěže.

Použijeme-li naopak rezonančního obvodu v sériovém zapojení obr. 35b, pak  $Q$  roste se snižováním impedance, na kterou je tento obvod připojen. V obou případech, ať již sériových či paralelních rezonančních filtrů, je nutno dbát o zachování vhodného poměru  $L$  a  $C$ . Toto bývá někdy mezi amatéry opomíjeno a je příčinou mnoha neúspěchů s vícepovelovými soupravami. Příklad zjištění vhodného LC poměru najdete v praktické části v popisu přijímače Multton – Trix.

Jednou z prvních vícepovelových

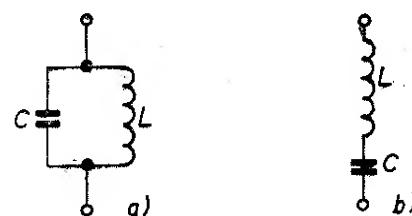


Obr. 34. Připojení servosystému k přijímači s jazýčkovým rezonančním relé Servo Transmitter

souprav s elektrickými filtry je souprava Bellaphon Polyton. Tato desetipovelová souprava je konstrukcí již zmíněného ing. Schumachera a je mezi modeláři značně rozšířena. V různých obměnách je vyráběna jak amatéry, tak i některými výrobci. Zapojení přijímače Polyton s paralelními elektrickými filtry je na obr. 36. Vstupní část je opět superregenerační detektor. Používá se zde vf tranzistorů AF115 – naše 0C170. Signál je odebírána z emitorového obvodu sr. detektora přes odpor  $1\text{ k}\Omega$  na nf zesilovač. Tento odpor je však možno nahradit tlumivkou a dosáhnout tím značně lepších šumových poměrů – odstranění rušivého přerušovacího kmitočtu. Tlumivka má totiž značně menší ohmický odpor, který se zde jinak uplatňuje jako horní část děliče spolu se vstupním odporem zesilovače. Vůči přerušovacímu kmitočtu se však uplatňuje vysoká impedance tlumivky a zesilovač není tímto rušivým kmitočtem buzen. Nízkofrekvenční signál je pak čistý bez namodulované vf složky a lze jej dále výhodněji zpracovat. Odebírání signálu z emitorového obvodu vstupního tranzistoru je dosaženo optimálního přizpůsobení sr. detektoru a vstupního odporu nf zesilovače (u aparatur, kde se odebírá signál z kolektorového obvodu, je nutno použít přizpůsobovacího vazebního transformátoru). Výstupní nf napětí ze sr. detektoru je velmi malé – kolem  $1\text{ mV}$  – a je proto nutné je patřičně zesílit. V tomto přijímači je použito zesilovače v kaskádovém zapojení s přímou vazbou mezi tranzistory. Zesílení zesilovače je  $1400 \div 1600$ . Je dáno velikostí zpětné vazby z emitoru druhého zesilovacího stupně  $T_3$  do báze prvního stupně zesilovače  $T_2$ , a volbou pracovních bodů tranzistorů. Pracovní body jsou nastaveny tak, že při signálu vyšším než  $1 \div 1,5\text{ mV}$  nastává omezení signálu. Třetí zesilovací stupeň  $T_4$  je zapojen jako emitorový sledovač, což je nutné, neboť jeho vysoký vstupní odpor nezatěžuje předcházející tranzistor  $T_3$  a zároveň jeho výhodou je, že výstupní napětí z něho odebíráno je „tvrdé“. Odpor v emitoru sledovače  $T_4$  je proměnný odporový trimr, kterým se nastavuje velikost výstupního napětí

pro rezonanční obvody – spínací filtry. Na jeho běžec jsou připojeny oddělovací odpory (také odporové trimry), které se nastavují na takovou hodnotu, aby se navzájem neovlivňovaly. Přes ně odebíráme nf signál na paralelní rezonanční filtry  $L_2$  a  $C$  spínacích obvodů. Týto obvody pracují v reflexním zapojení. Nakmitané napětí na rezonančním obvodu způsobuje otevření tranzistoru  $T_5$ , v jehož kolektoru je relé, které zastavá současně funkci tlumivky. Zesílené napětí je přiváděno zpět na rezonanční obvod přes vazební kondenzátor  $0,25\text{ }\mu\text{F}$ . Napětí na rezonančním obvodu se dále zvýší, což má za následek větší stejnosměrné napětí na bázi tranzistoru a tedy jeho větší otevření. Toto se opakuje tak dlouho, až je tranzistor úplně otevřen, relé v jeho kolektoru sepné. Pracovní bod je nastaven děličem v bázi tranzistoru  $T_5$ . V dolní větvi tohoto děliče je termistor (odpor  $4,7\text{ k}\Omega$ ). Tento termistor mění svůj odpor se změnou okolní teploty, a to při zvyšování okolní teploty jeho odpor klesá (napětí báze je též menší) a při nižší teplotě se naopak zvětšuje (napětí báze je též větší). Takto je udržována stálá citlivost reflexních stupňů. Přijímač je napájen baterií  $6\text{ V}$ , složené z NiCd článků. Tepelná stabilita díky použití uvedeného zesilovače a termistoru je velmi dobrá v rozmezí  $-10$  až  $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Realizace podobného zařízení je dosti snadná až na obstarání termistorů, které nejsou dosud běžně v prodeji. Jejich nahrazení odpory též vyhoví, ovšem na úkor teplotní stability.

Ještě několik informačních dat k uvedenému zapojení. Cívka  $L_1$  je vinuta na kostře  $\varnothing 5\text{ mm}$  s jádrem a má  $7,5$  závitů drátu  $0,4\text{ CuL}$ . Vf tlumivka v emitoru  $T_1$  má  $45 \div 50$  závitů drátem  $0,1\text{ CuL}$  na



Obr. 35. Rezonanční elektrický obvod  
a) paralelní, b) sériový

$\varnothing$  8 mm a její délka je  $10 \div 12$  mm. Pro informaci uvedu podle zahraničních pramenů pro jednotlivé kmitočty indukčnosti cívek, vinutých na feritových hrnečkových jádřech a ladicí kapacity.

Tabulka I

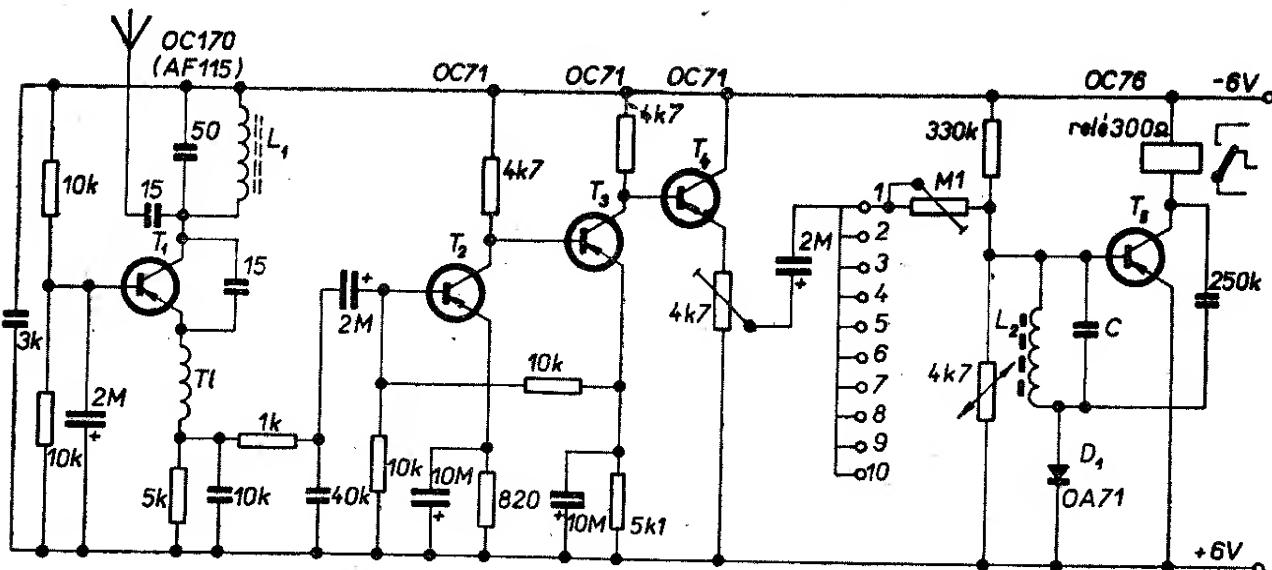
Kan	Kmitočet (Hz)	Indukčnost (mH)	Kapacita (pF)
I.	1030	225	110 000
II.	1320	225	85 000
III.	1610	140	70 000
IV.	1970	140	50 000
V.	2400	140	40 000
VI.	2940	78	40 000
VII.	3580	78	30 000
VIII.	4370	43	30 000
IX.	5310	43	25 000
X.	6500	43	15 000

Feritové hrnečky, na kterých jsou filtry vinutý, lze nahradit feritovými jádry EI nebo EE pro transformátory o průřezu  $3 \times 3$  nebo  $5 \times 5$  mm. Celý přijímač je složen z modulů vždy po 2 kanálech a možno jej tedy univerzálně použít ať již jako dvoupovelový tak čtyř, šesti, osmi až desetipovelový.

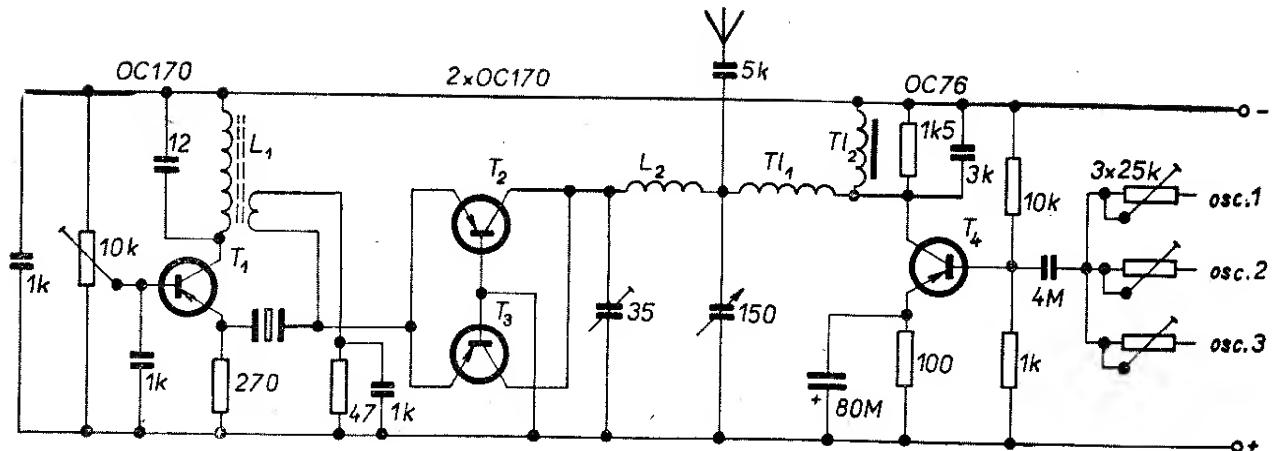
Při sledování zahraniční literatury bylo zjištěno, že celkem všechny aparatury, pracující neproporcionálním způsobem, se mnoho neliší (a též v nich není velký výběr). Aparatury, pracující proporcionalně, není však snadné zhodnotit – vyžadují nejen patřičných znalostí, ale i finančních a materiálových možností. Poslední typy proporcionalních souprav pracují digitálním systémem (pulsně, stejným způsobem jako u matematických strojů). Není zvláštností, když počet tranzistorů pouze v přijímači soupravy převyšuje 40 ks.

#### IV. 3. Vysílače vícepovelových souprav

Vysílače vícepovelových souprav se od vysílačů souprav jednopovelových liší pouze způsobem modulace a možností vysílání několika tónových kmitočtů podle žádaného počtu povelů. Z elektronkových je to hlavně již popsáný vysílač na obr. 12. V posledních letech se vývoj uchýlil ke konstrukci celotranzistorových vysílačů. Opět se však soustředíme pouze na typy, které je možno vzhledem k naší součástkové základně realizovat. Předně je to vysílač soupravy Bellaphon Polyton, jehož zapojení je na obr. 37. Oscilátor (tranzistor OC170) je řízen krystalem. Vysokofrekvenční napětí je přivedeno



Obr. 36. Přijímač ovládací soupravy Bellaphon Polyton

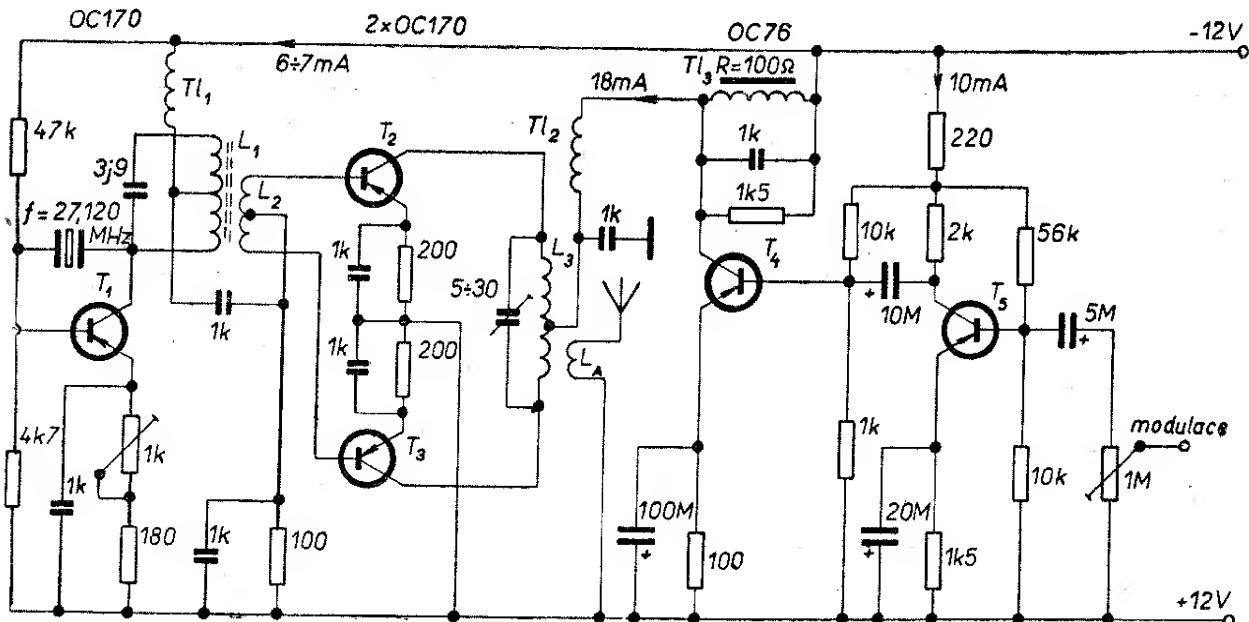


Obr. 37. Vysílač ovládací soupravy Bellaphon Polyton

na emitory dvou paralelně zapojených tranzistorů  $T_2$  a  $T_3$  výkonového stupně, jenž pracuje v zapojení s uzemněnou bází. Zesílený vysokofrekvenční signál je dále přiváděn na  $\pi$  - článek, potlačující vyšší harmonické kmitočty. Přes cívku tohoto členu je přivedeno též napájecí napětí spolu s modulací (toto napětí kolísá v rytmu modulace). Je to tedy vlastně obdoba anodové modulace u elektronkových vysílačů. Modulátor je dvoustupňový – budicí nf oscilátory jsou připojeny k bázi modulačního tranzistoru  $T_4$  přes oddělovací odpory, jimiž se nastavuje patřičná hloubka modulace.

Oscilátory jsou tři a každý je laděn v úseku celkového kmitočtového nf rozsahu (viz popis přijímače Polyton na str. 31).

Další varianta vysílače pro dálkové vícepovelové ovládání je vysílač soupravy Varioton (popsaný v knize inž. Hajiče Tranzistorová zařízení pro radiem řízené modely). Tuto soupravu vyrábí firma Grundig, vysílač je však těžko realizovatelný v amatérských poměrech, hlavně pro nedostatek vhodných součástek. Dalším vyzkoušeným zapojením vysílače, převzatého ze zahraniční literatury, je schéma na obr. 38. Je možno jej budit jakýmkoliv nf oscilátorem. Zapojení je

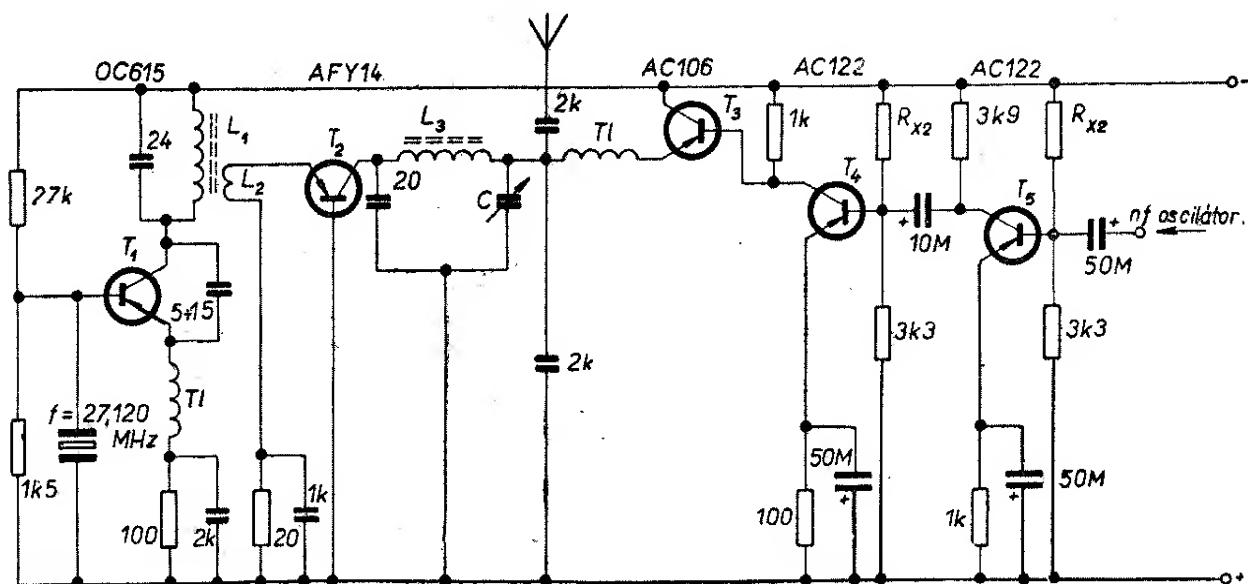


Obr. 38. Zapojení tranzistorového vysílače

realizovatelné s našimi součástkami. Oscilátor je opět řízen krystalem. Pracovní bod je pevně nastaven děličem v bázi. Intenzita kmitání a tím proud oscilátoru se nastaví proměnným odporem emitoru. Napájecí napětí oscilátoru je připojeno na odbočku cívky  $L_1$ , navinuté drátem 0,46 CuL na  $\varnothing$  16 mm, jež má  $2 \times 8$  závitů (celkem 16, odbočka uprostřed). Proud oscilátoru při napájecím napětí 12 V je  $6 \div 7$  mA. Vazební cívka  $L_2$  je vinuta přes  $L_1$  drátem 0,5 CuL s izolací PVC a má celkem 4 závity. Z této vazební cívky jsou buzeny tranzistory koncového stupně v běžném dvojčinném zapojení. Emitorové odpory jsou blokovány kondenzátory 1000 pF, pokud možno keramickými. Kolektory jsou připojeny na cívku  $L_3$  a trimr  $5 \div 30$  pF. Cívka má 10 závitů drátu  $\varnothing$  1,2 mm na  $\varnothing$  19 mm se středním vývodem pro napájení. Proud koncového stupně při použití tranzistoru 0C170 nesmí překročit  $16 \div 18$  mA. Modulace je obdobná jako v předcházejícím případě. Modulátor je dvoustupňový a proud zesilovacího tranzistoru  $T_5$  je  $8 \div 10$  mA včetně proudu napěťových děličů. Hloubka modulace je nastavitelná regulátorem zesílení, na jehož běžec se připojuje nf oscilátor.

Zajímavé zapojení uveřejnil časopis

Model Avia (obr. 39). Zde je krystal zapojen mezi bází oscilátoru a zem. Tranzistor 0C615 je možno nahradit naším 0C170. Vf napětí, přetransformované do cívky  $L_2$ , je přivedeno na emitor vf tranzistoru  $T_2$ . Předpětí emitoru je získáno na blokovaném odporu  $20\Omega$ , sloužícím jako částečná ochrana tohoto tranzistoru proti přetížení. Tento výkonový tranzistor je možno nahradit podle požadovaného vf výkonu kterýmkoliv naším vf tranzistorem (GF501  $\div$  505 nebo i 0C170 v paralelním zapojení, jako u vysílače Bellaphon). Kolektorový obvod je zapojen jako  $\pi$ -článek a vf výkon je do antény odebírána přes poměrně velkou kapacitu. Modulace je zde řešena přerušováním napájecího napětí přes modulační tranzistor  $T_3$ . Podle použitého tranzistoru na vf koncovém stupni je nutno volit takový typ (polarity pnp), aby spolehlivě snesl proud tohoto tranzistoru. Doba otevření tranzistoru  $T_3$  se reguluje dvoustupňovým zesilovačem (vyhoví tranzistory 0C71). Výkon tohoto vysílače (jako předešlých) je dán použitými tranzistory, napájecím napětím a hlavně nastavením vysílače a antény. Všeobecně pro postup ladění platí téměř totéž co je uvedeno pro ladění dále popsané soupravy Multton.

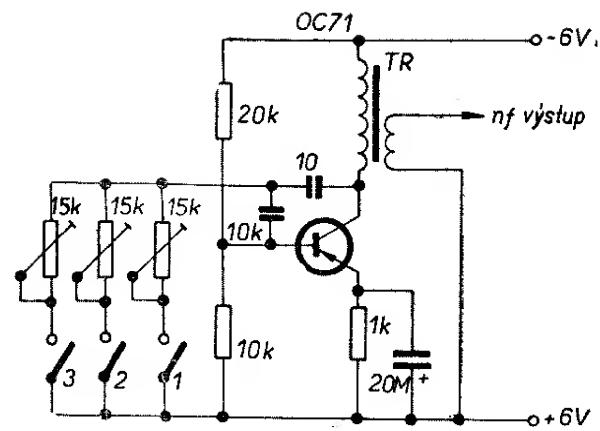


Obr. 39. Jiné zapojení tranzistorového vysílače. Odpory  $R_{x2}$  se nastavují pracovní body  $T_4$  a  $T_5$

## V. Nízkofrekvenční oscilátory vysílačů

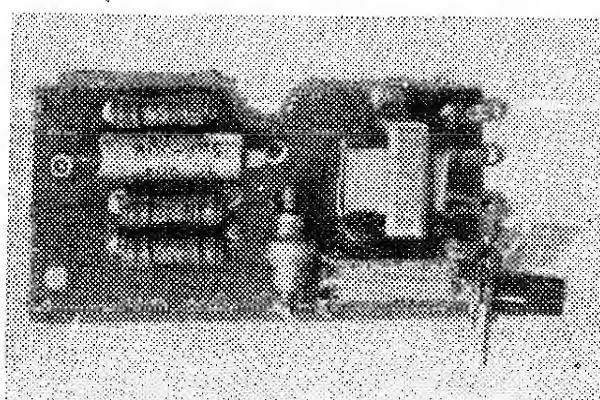
Uvedená zapojení zdrojů nízkofrekvenčního modulačního kmitočtu byla převzata z literatury výlučně modelářského charakteru a to většinou z osvědčených výrobků zahraničních firem. Jeden z prvních a spolehlivých tranzistorových oscilátorů je na obr. 40. Byl s úspěchem použit v desetikanálové soupravě firmy Graupner (Bellaphon Polytón). Oscilátor je tepelně stabilizován děličem v bázi. Kolektor nízkofrekvenčního tranzistoru je napájen přes primár převodního transformátoru  $TR$ , z jehož sekundáru se odebírá signál. Jeho převod se řídí jednak požadovaným napětím a jednak hodnotou vstupní impedance zesilovače, který z důvodu poměrně malého výstupního napětí z oscilátoru musí následovat. Sekundár transformátor nesmí být zatížen příliš malým vstupním odporem zesilovače, neboť pak hrozí vysazování oscilací. Je nutno oscilátor uvádět do chodu se zátěží (zesilovačem). Kmitočet je dán kapacitním děličem zpětné vazby, jehož poměr je téměř vždy 1 : 1 nebo 2 : 1 a ohmickou hodnotou potenciometru, zapojeného přes ovládací tlačítka mezi střed tohoto děliče a zem. Pro každý kmitočet je zapojen jeden potenciometr, kterým se kmitočet přesně nastaví. Oscilátor je schopen pracovat vždy jen v určitém rozsahu kmitočtů, pro které je hodnota indukčnosti primáru  $TR$  a kapacit v děliči v optimálním poměru. Výsledný průběh napětí je téměř sinusovka, ale záleží na správném nastavení pracovního bodu tranzistoru. Amatérské provedení oscilátoru jako modulové jednotky je na obr. 41. V poslední době je toto zapojení vytlačováno značně stabilnějším nf generátorem ing. Schumachera, zvané Schumacherův Colpitts. Zapojení je uvedeno na obr. 42.

Aplikace Colpittsova zapojení pro tranzistorový obvod se ukázala jako velmi stabilní. Byly provedeny praktické zkoušky tohoto zapojení, které ukázaly jeho velké přednosti. Tepelná stabilita je výborná, kmitočtová stabilita je udávána  $\pm 2\%$  při změně teplot od  $-10$

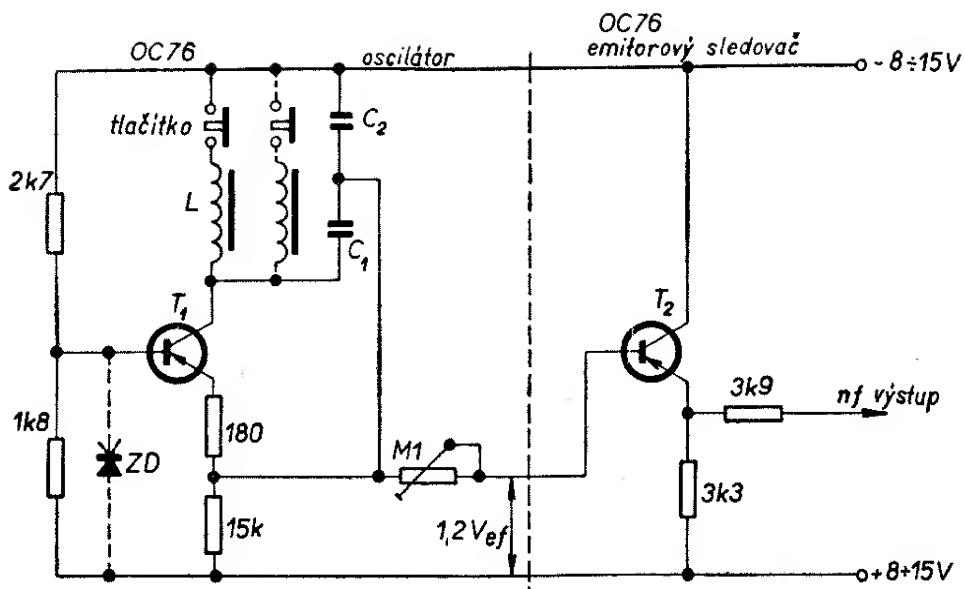


Obr. 40. Tranzistorový nf oscilátor. Horní kondenzátor děliče (z kolektoru) má být 10 k

do  $+60^{\circ}\text{C}$ . Hodnoty laděného obvodu se dají vypočítat podle vzorce  $L = \frac{2}{\omega^2 \cdot C_1}$ , přičemž pro oblast kmitočtů kolem 1000 Hz jsou doporučeny tyto hodnoty:  $C_1 = 0,33 \mu\text{F}$  a  $C_2 = 1 \mu\text{F}$ ; pro vyšší kmitočty pak  $C_1 = 0,22 \mu\text{F}$  a  $C_2 = 0,68 \mu\text{F}$ . Jako jádra indukčnosti je použito feritového hrnečku s dolaďovacím jádrem, jímž se jemně nastavuje požadovaný kmitočet. Zajímavé je řešení tepelné stability a stálosti pracovního bodu tranzistoru pomocí Zenerovy diody. Bez této diody však oscilátor pracuje též spolehlivě. Výstupní napětí z tohoto oscilátoru je  $1,8 \text{ V}_{\text{ef}}$  při napájecím napětí 6 V. Oscilátor dodává napětí přesně sinusového průběhu. Vyžaduje rovněž další zesilovací stupeň a správné impedační přizpůsobení. Doporučuje se zapojit za tento oscilátor emitorový



Obr. 41. Provedení nf oscilátoru jako modulové jednotky



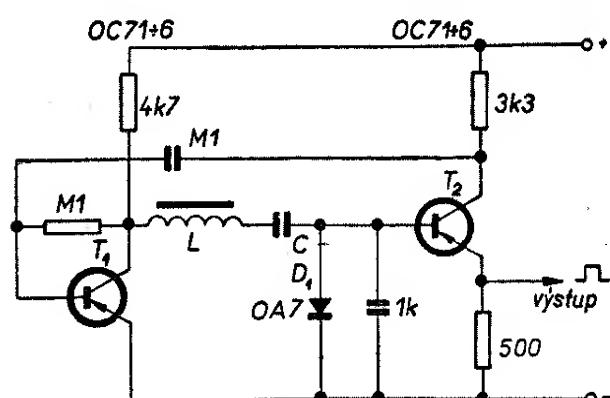
Obr. 42. Zapojení nf oscilátoru, zvané Schumacherův Colpitts

sledovač, který je rovněž na uvedeném obrázku zakreslen. Zapojení oscilátoru se dvěma nízkofrekvenčními tranzistory je na obr. 43. Pracuje na principu multivibrátoru, laděného sériovým rezonančním členem. Jeho teplotní stabilita je výborná. Podle pramenů činí změna kmitočtu  $\pm 20$  Hz na základním kmitočtu 7 kHz při změně teploty od  $-10$  do  $+45^\circ\text{C}$ . Na základním kmitočtu 500 Hz je změna pouhých  $\pm 10$  Hz. Sériový rezonanční člen je zapojen mezi kolektor tranzistoru  $T_1$  a bázi tranzistoru  $T_2$ . Jak je známo, kvalita  $Q$  sériového rezonančního obvodu je tím vyšší, čím menším odporem je zatížen. Tato podmínka je splněna malým odporem báze-emitor tranzistoru  $T_2$ . Jelikož však  $T_2$  pracuje ve třídě B, je tedy (v případě použití tranzistoru pnp) kladnými půlvlnami otevírána a má pouze v jedné půlvlně

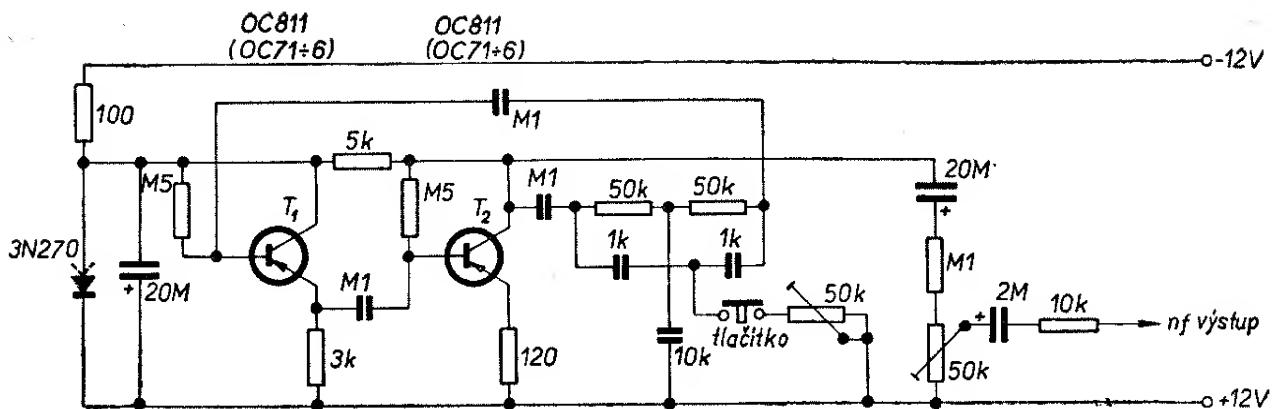
malý vnitřní odpor. Aby se nezhoršila kvalita  $LC$  obvodu vlivem odlehčení je-li tranzistor uzavřen, je použito germaniové diody půlováné tak, že v době záporné půlvlny na bázi tranzistoru vede a nahrazuje tedy v tom okamžiku uzavřený tranzistor. Tím je zachován malý zatěžovací odpor sériového obvodu a tedy i maximální hodnota jeho  $Q$ . Z kolektoru  $T_2$  je střídavé napětí přivedeno na bázi  $T_1$  pomocí vazební kapacity  $0,1 \mu\text{F}$ . Zesílení obou tranzistorů nemá být menší než 60, neboť jen tak je zachována dostačná velikost signálu pro omezení na  $T_2$ . Výsledný průběh je řada impulsů obdélníkového průběhu. Odebírájí se z emitorového odporu  $T_2$ , který současně tranzistor tepelně stabilizuje vlivem negativní zpětné vazby. Napájecí napětí je  $9 \text{ V} \pm 50\%$ .

Sériový člen  $LC$  je možno nahradit T - článkem, jak je vidět na obr. 44. Toto zapojení pracuje na obdobném principu. Spolu s příslušným modulátorem bylo použito ve vysílači ing. Johannese Hielschera z NDR. Oscilátor v tříbodovém zapojení je na obr. 45. Jedná se o jednoduchý oscilátor s velmi dobrou stabilitou. Pracovní kmitočet je dán  $LC$  obvodem, jehož cívka  $L$  má odbočku v  $1/3$  až v  $1/2$  celkového počtu závitů. Jádro cívky může být jakékoli, vyhoví i feritová tyčka. Nejlépe je použít feritového hrnečku se vzduchovou mezou.

Zvláště stabilní jsou oscilátory, použité ve vysílači zahraničního původu pro



Obr. 43. Zapojení stabilního nf oscilátoru.  
Pozor, opravte si půlování zdroje (opačně)



Obr. 44. Ozměněné zapojení podle obr. 43

ovládání soupravy s jazyčkovým relé (obr. 46). Používá se zde pouze jedné elektronky DK96. Signál z oscilátoru je přiveden na mřížku koncové elektronky vysílače. Hloubka modulace se nastavuje odporem  $250\text{ k}\Omega$ .

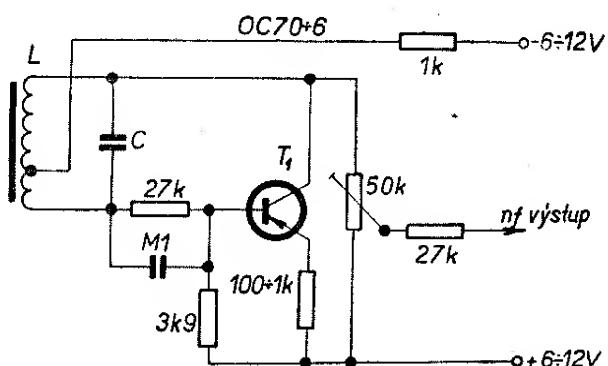
Existuje ještě řada dalších zapojení, která jsou však značně složitá a používají jako stabilizačních prvků termistorů určitého průběhu odporu, jejichž ekvivalenty nejsou prozatím dosažitelné.

## VI. Vybavovače přijímacích aparatur

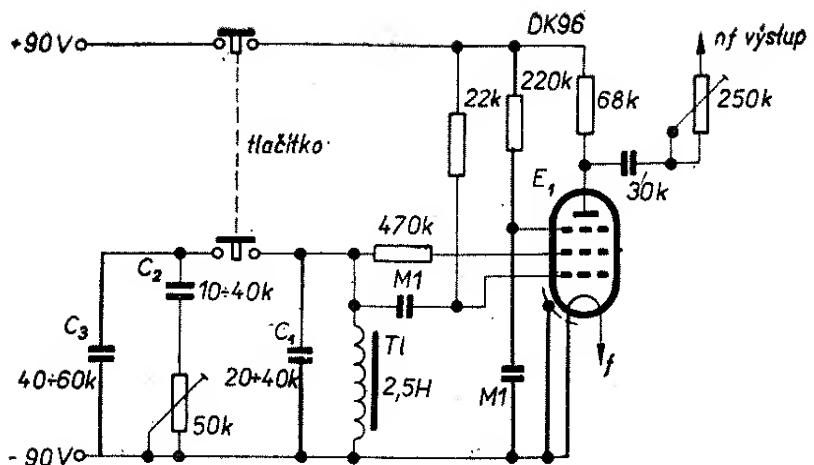
Budeme-li uvažovat nejjednodušší vybavovač, kterým je elektromagnet, pak kontakty relé v přijímači pouze spínají obvod elektrického proudu ze zdroje do cívky elektromagnetu (obr. 47). Místo elektromagnetu však lze použít kteréhokoliv vybavovače, tedy i vybavovače s rohatkou nebo vybavovače ovládaného motorem. Pro ovládání jednopovelových modelů se u našich modelářů nejvíce používá elektromagnetu. Kotva elektromagnetu je prodloužena a slouží jako páka, na jejíž konec se připevňuje táhlo k ovládanému kormidlu. Zpětný pohyb – do klidového stavu kormidla – vyvolává pružiná, jejíž tah se volí tak silný, aby se kormidlo vrátilo do své původní polohy i za silnějšího větru (tj. při  $8\text{ m/s}$ ). Příklad amatérského provedení ovládacího magnetu je na obr. 48.

Je-li možno aparaturou ovládat více prvků (jde-li tedy o zařízení alespoň dvoupovelové), pak připojení k přijímači

a zapojení elektrického okruhu pro napájení vybavovače je dáné jeho typem. Nejvhodnější dvoupovelové vybavovače jsou ty, které se do nulové polohy – neutrálu – vracejí automaticky vratnou pružinou. Jelikož jejich pohyb je vyvolán motorem, směr otáček motoru a tedy i výkyv do jedné či druhé krajní polohy ovládaného prvku modelu se provádí přepólováním motoru. Nejužívanějším vybavovačem tohoto druhu, vyráběným firmou Johannes Graupner, je vybavovač Bellomatic II (obr. 49). Tento vybavovač má své velké přednosti, hlavně nízkou váhu (35 g). Připojení vybavovače, pracujícího na stejném principu, je na obr. 50. K napájení tohoto vybavovače je možno použít pouze jedné baterie. Vybavovače těchto typů jsou opatřeny třecí spojkou, která v krajních polohách ovládacího ramena (zajištěných mechanickým dorazem) dovoluje otáčení motoru. Třecí



Obr. 45. Tříbodové zapojení tranzistorového nf oscilátoru



Obr. 46. Zapojení stabilního nf oscilátoru. Hodnoty  $C_1$ ,  $C_2$  a  $C_3$  platí pro kmitočtový rozsah 200  $\div$  600 Hz. Tlumivka Tl má vzduchovou mezeru 0,2 mm

spojka může být též někdy nahražena koncovými vypínači, zapojenými do přívodu motoru.

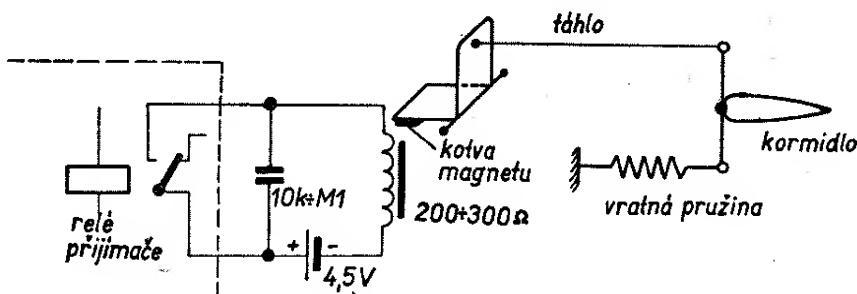
Převod mezi motorem a ovládací pákou bývá od 1  $\div$  40 do 1  $\div$  120. Větší převod může vzhledem k samosvornosti ozubených kol působit obtíže při vracení. Třech převodů se užívá jen zřídka. Menším převodem se naopak nedocílí patřičné užitečné síly, neboť část výkonu je spotřebována vratnou pružinou. Vybavovače, které nejsou do neutrálu vraceny pružinou, jsou opatřeny drahami, které elektrickým způsobem vracejí servosystém do nulové polohy. Vybavovače bývají opatřeny též dráhovými koncovými vypínači. Dráhy jsou vyleptány obdobně jako plošné spoje a dotyky – sběrače – jsou z fosforové bronzi nebo jiných kontaktních materiálů. Vybavovače tohoto druhu ke své činnosti nutně vyžadují dvou napájecích baterií. Příklad zapojení je na obr. 51.

Zatím byly popsány servosystémy (vybavovače), které mění svoji polohu ze základní (střední, nebo nulové) na jednu nebo druhou stranu. Po přerušení ovládacího signálu se servo vrátí do své výchozí polohy. Pro ovládání otáček motoru

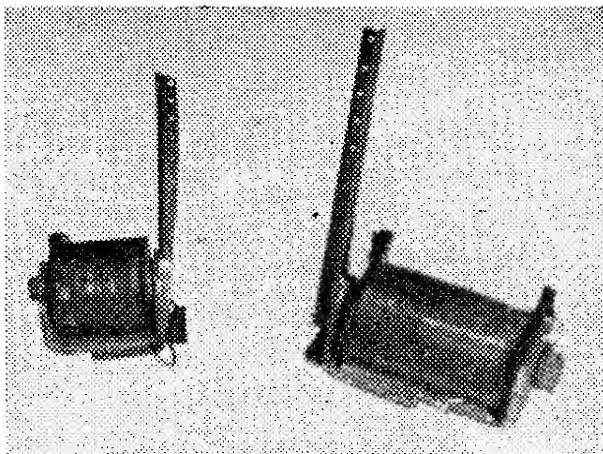
nebo trimu se však používají servosystémy, které nemají vyjádřenou klidovou polohu. Při vysílání ovládacího signálu sepne příslušné relé a ovládací páka vybavovače se přemisťuje na jednu nebo druhou stranu. Po vypnutí ovládacího signálu se páka zastaví v nějaké poloze a nevrací se. Směr pohybu páky je dán smyslem otáčení ovládacího motorku, jenž musí být napájen dvěma samostatnými zdroji. Lze použít i jednoho zdroje za cenu složitosti – vyžaduje to tranzistorový obvod v můstkovém zapojení. Je-li v modelu několik takových vybavovačů, je úspornější použít dvou baterií, než zmíněného můstkového obvodu pro každé servo.

Napájecí napětí pro servosystém je dánou použitým motorkem. Může to být 2,5  $\div$  3 V jako u serva Bellamatic II, nebo i 6 V pro jiná. Proud, kterým vybavovač zatěžuje baterii, se pohybuje obvykle v rozmezí 0,2  $\div$  0,6 A.

Servosystémy s motorickým pohonem mohou znesnadnit činnost přijímače, protože jejich motor jiskří. Často je proto nutné motor odrušit. Obyčejně se používá blokovacích kondenzátorů, jejichž velikost je nutno odzkoušet. Někdy postačí



Obr. 47. Zapojení vybavovače s elektromagnetem

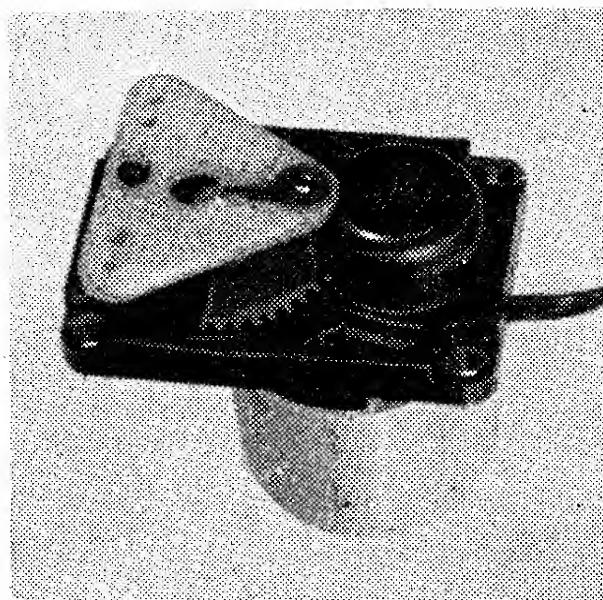


Obr. 48. Amatérská konstrukce elektromagnetického vybavovače

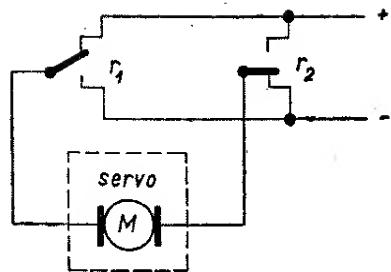
pouhé překlenutí napájecího zdroje kondenzátorem několika  $\mu\text{F}$ . Několik způsobů odrušení motorků vybavovačů je na obr. 52.

## VII. Antény vysílačů

Protože pojednáváme o vysílačích, určených pro přenosná zařízení, je nutné antény řešit s ohledem na maximální dosah vysílače při minimálních rozměrech. Nemůžeme použít zářiče o libovolné délce a pokud jde o typ antény padne volba jednoznačně na prutovou anténu.



Obr. 49. Vybavovač Bellamatic II

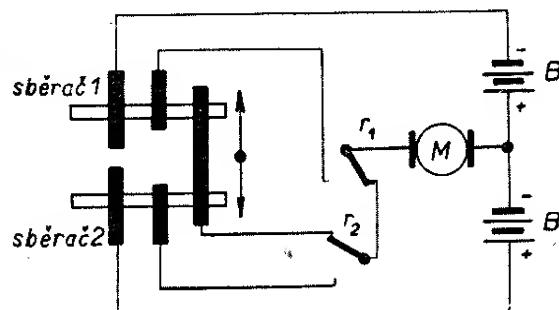


Obr. 50. Připojení vybavovače podle obr. 64 k přijímači

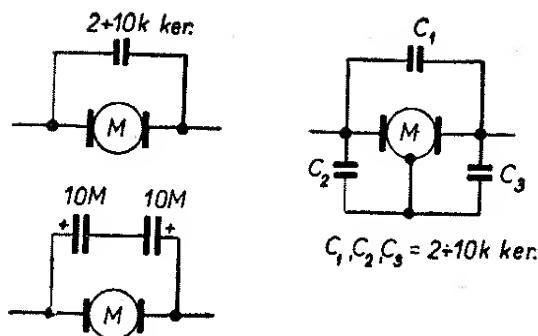
Pro kmitočty 27 MHz nepřichází však zase v úvahu prutová anténa o optimální délce  $\lambda/2$  nebo  $\lambda/4$ .

Východiskem je použití zkrácené antény: prut je kratší a elektrické prodloužení obstarává indukčnost, zapojená hned za ladícím obvodem, nebo ve středu antény. Oba způsoby jsou znázorněny na obr. 53 ve srovnání s klasickou prutovou anténou o délce  $\lambda/4$ . Šrafovaná část křivky (průběh proudu vf) udává též velikost vyzářeného výkonu a jak je vidět, je největší u antény s cívkou ve středu prutu. Ale tato varianta je též mechanicky nejnáročnější: cívka musí být chráněna před vlivem atmosféry a přitom dosti lehká, aby nemáhala prut na ohyb. U zasouvací antény je upevnění cívky ještě složitější.

Pro každý vysílač je nutno případ od případu vyrobit a nastavit zvláštní cívku. Ke kontrole vyzářeného výkonu používáme např. vlnoměr, nebo žárovku, umístěnou do přívodu k anténě (pak nastavujeme na maximální svit). Zpravidla se konstruktér řídí vyzkoušenými návody na anténu a jeden takový popis antény s rozměry je uveden na obr. 54.



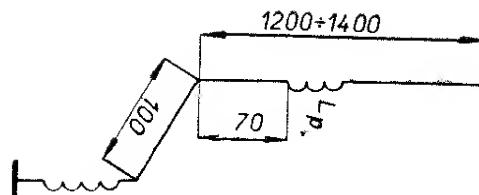
Obr. 51. Zapojení vybavovače s koncovými vypínači



Obr. 52. Několik způsobů odrušení motorku vybavovače

Indukčnost cívky se nastaví počtem závitů při ladění antény. Při délce antény 120 mm vyhovuje  $10 \div 15$  záv. drátu 0,4 CuL na kostře  $\varnothing 10$  mm s jádrem M7.

Tyto zkrácené antény jsou nejpoužívanější u vysílačů R/C souprav. Ideální anténou by byl dipól, ale ten má též své nevýhody. Dipól má směrovou charakteristiku vyzařování a protože poloha modelu a jeho přijímací antény se nedefinovatelně v prostoru mění, mohl by se model vymknout kontrole. Velkou výhodou dipólu je možnost správného přizpůsobení antény ke koncovému stupni vysílače, které se nemění se změnou vzdálenosti antény od země.



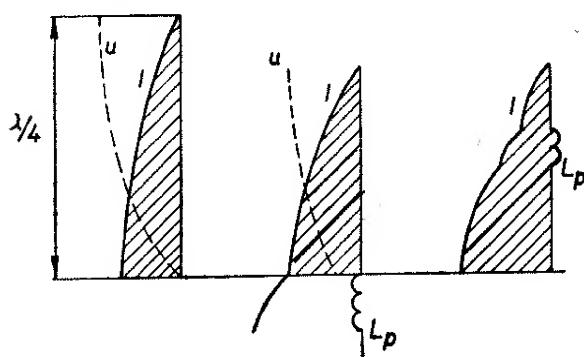
Obr. 54. Rozměry zkrácené prutové antény

součástek a z důvodů složitosti, se kterou rostou celkové rozměry i váha, autor od této koncepce upustil. Vzhledem k jednoduchosti byl na vstupu přijímače použit superregenerační detektor. Jeho citlivost se ukázala naprosto dostatečná. Horší selektivita (širší přijímané pásmo) u nás, kdy zatím nepracuje více řídicích stanic současně, není na závadu, zdá se dokonce výhodnější. Výhoda spočívá v tom, že se přijímače používá v rozmezí velkého rozdílu teplot a proměnných atmosférických podmínek. Tyto faktory mohou způsobit mírné rozladění vstupního okruhu. Při informativním měření šíře pásmo se ukázalo, že detektor zachytí a zpracuje signál rozladěný o  $\pm 150$  kHz bez zjistitelného poklesu výstupního napětí. Po vyzkoušení několika různých typů zapojení bylo použito zapojení, uvedené na obr. 55. Jako  $T_1$  je použito vf tranzistoru 0C170 se zesilovacím činitelem  $h_{21e} = 70 \div 120$ . Jeho pracovní bod se nastavuje odporovým trimrem  $10 \div 15$  k $\Omega$  ( $R_1$ ). Báze je blokována kapacitou  $5 \div 10$   $\mu$ F ( $C_3$ ). Emitor je oddělen vysokofrekvenční tlumivkou, navinutou na tělisku z plexiskla o  $\varnothing 4$  mm drátem 0,1 CuL. Indukčnost této tlumivky je 8 mH a je důležité ji dodržet s tolerancí  $\pm 10\%$ . Má značný vliv na správnou funkci sr. detektoru. Velikost emitorového odporu  $R_2$  nutno též dodržet, neboť má důležitou funkci. Jeho hodnota byla pokusně zvolena v závislosti na impedanci vazebního transformátoru, vzhledem k citlivosti a optimální hodnotě nf signálu. V kolektoru je laděný obvod. Zde musíme použít obzvláště kvalitních součástek. Ladicí kondenzátor musí být keramický se záporným teplotním součinitelem. Ladicí cívka musí být mechanicky pevná. Začátek a konec vinutí jsou ovázány – zajištěny – režnou nití a zále-

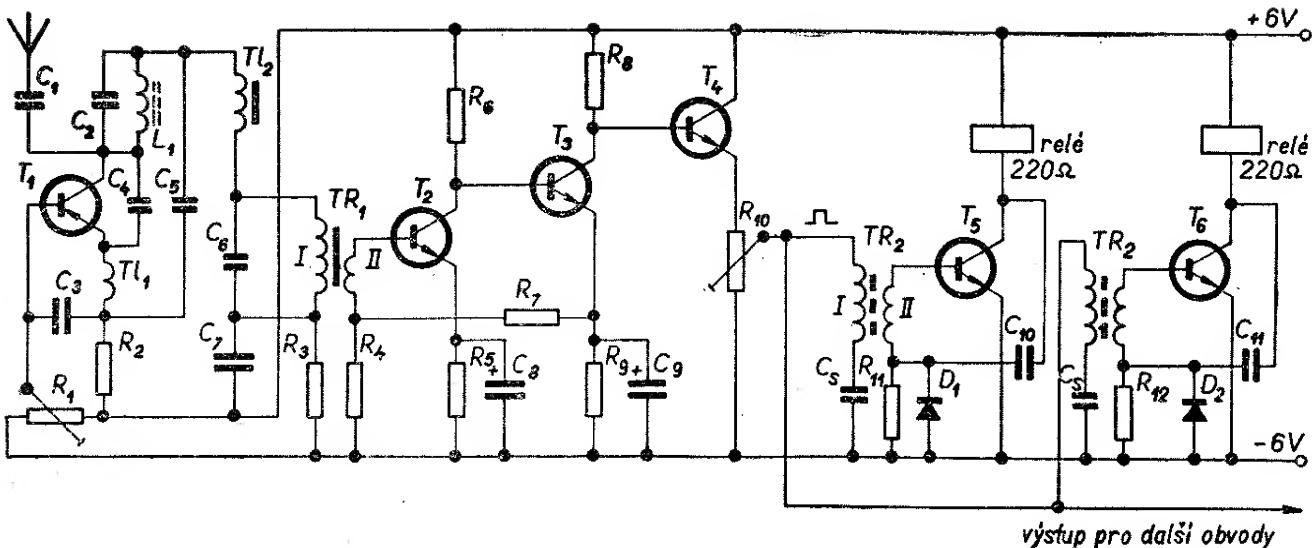
## PRAKTICKÁ ČÁST

### VIII. 1. Přijímač soupravy Multton II

*Vstupní část.* Ideálním přijímačem by byl superhet, ale pro nedostatek vhodných



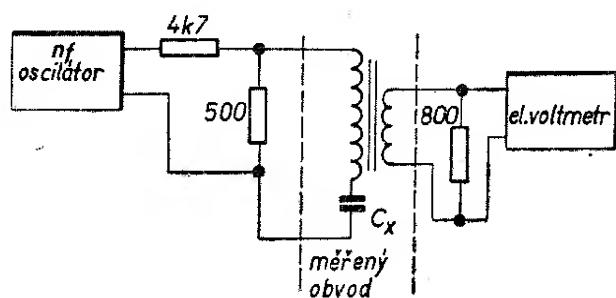
Obr. 53. Diagramy rozložení vf napětí a proudu u klasické a zkrácené prutové antény



Obr. 55. Zapojení přijímače Multiton II

peny lepidlem Epoxy 1200. Cívka  $L_1$  má 12 závitů a je vinuta drátem 0,4 CuL na botičkové kostříčce o  $\varnothing$  5 mm s jádrem M4. Pozor při ladění na porušení jádra, které se rádo zadírá. Doporučuje se závit proříznout závitníkem M4 a kostru zbavit nečistot. Jádro zajistíme proti otáčení nití. Laděný obvod je blokován keramickým kondenzátorem  $C_5$  o velikosti 82 pF. Jeho hodnota má vliv na přerušovací kmitočet a citlivost sr. detektoru. Hodnotu  $C_4$  se doporučuje dodržet, neboť má též vliv na „usazení“ ladicího obvodu do pásmá. Se zmenšením tohoto kondenzátoru je nutno zvětšit kondenzátor ladicího obvodu  $C_2$  a naopak. Změnou uvedené hodnoty se mění též citlivost přijímače, projevuje se též jeho vliv na nasazování sr. kmitů. Vf signál z antény je přiveden na ladicí obvod a kolektor tranzistoru přes kapacitu 15 pF. Použitá anténa má délku 55 cm a je ji možno měnit při nastavení optimální velikosti anténního kondenzátoru. Signál z detektoru je odebírána transformátorovou vazbou. Na vazební transformátor je signál přiveden přes tlumivku, která je filtrem pro přerušovací kmitočty: ořezává kmitočty nad 15 kHz, tedy kmitočty, ležící nad horní hranicí přenášeného pásmá. Její indukčnost je 0,75 H a je vinuta na feritovém jádru 3 × 3 mm typu EI (je možno též použít jádra typu EE, ovšem při zachování uvedené indukčnosti). Je vinuta drátem 0,1 CuL, a má 1000 závitů.

Vazební transformátor  $TR_1$  je vinut na superpermalloyovém nebo permallooyovém jádru  $5 \times 5$  mm. Je možno použít též jádra z křemíkových plechů. Feritové transformátorové jádro se ukázalo po praktických zkouškách jako nevyhovující. Transformátor má převod 4 : 1. Jeho primární vinutí má indukčnost 0,4 H a je laděno kapacitou  $10\,000 \div 15\,000$  pF. Střed přenášeného pásmá je na kmitočtu  $2200 \div 2500$  Hz. Naladěním transformátoru jsou splněny dva požadavky: omezení přenosu nízkých kmitočtů a úprava kmitočtového průběhu směrem k vyšším kmitočtům. Potlačením nízkých kmitočtů je zamezeno přenosu přepínacího kmitočtu 300 Hz z modulátoru vysílače (v době, kdy není vysílán signál, stále pracující přepínač svými impulsy promoduluje nepatrně nosnou vlnu. Toto „vrčení“ je zjistitelné na výstupu přijímače). Napájecí napětí pro sr. detektor



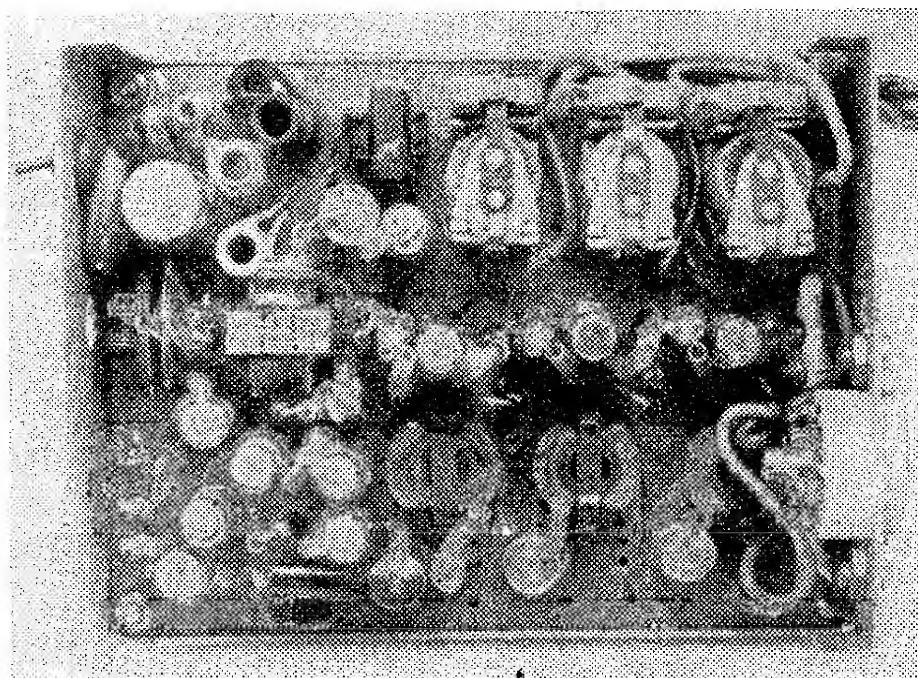
Obr. 56. Použitý způsob měření filtrů

je odebíráno přes  $R_3$  ( $10 \text{ k}\Omega$ ) a je blokováno kapacitou  $C_7$  ( $10 \mu\text{F}$ ). Sekundární vinutí transformátoru je zapojeno do obvodu nízkofrekvenčního zesilovače.

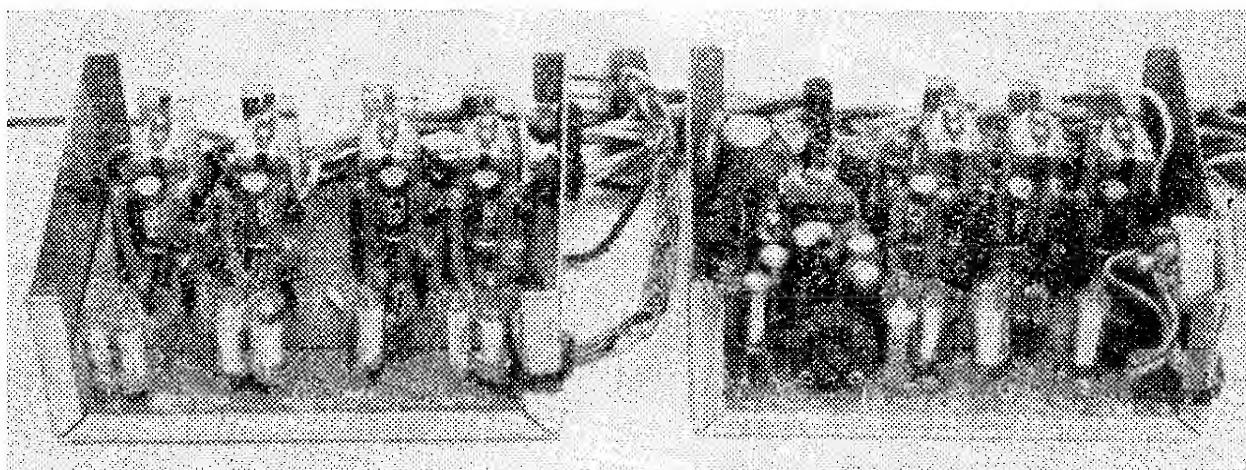
**Nf zesilovač.** Pro své velmi výhodné vlastnosti byl použit osvědčený zesilovač konstrukce P. J. Bastandalla. Tento zesilovač je též použit v přijímači Polyton. Změna je pouze v buzení vstupního tranzistoru  $T_2$  nf signálem: sekundár vazebního transformátoru byl zapojen mezi jeho bázi a střed děliče  $R_4$  a  $R_7$ . Zesilovač má při použití minimálního počtu součástek vynikající vlastnosti. Nejdůležitější je jeho tepelná stabilita. Bylo ověřeno, že zesílení se nemění v rozmezí teplot od  $-10$  do  $+65^\circ\text{C}$ . Zesílení je  $1400 \div 1500\times$ . Tranzistory jsou zapojeny v kaskódě. Vazba stupňů je přímá, tedy bez nespolehlivých vazebních kapacit. Z emitoru  $T_3$  do báze  $T_2$  je zavedena silná záporná zpětná vazba. Výstup  $T_4$  je zapojen jako emitorový sledovač. Zesilovač má velmi nízkou hladinu šumu, zvláště při použití vf tranzistoru na vstupu. Byly voleny tranzistory typu npn na rozdíl od sr. detektoru, kde je použito tranzistoru typu pnp. Tato změna byla záměrná. Jedním z důvodů je též to, že mezi tranzistory npn je možnost většího výběru a též jejich kvalita je v průměru mnohem lepší. Druhým důvodem je snížení náchylnosti přijímače ke kmitání.

V zesilovači byly odzkoušeny různé typy tranzistorů a bylo zjištěno, že vyhoví téměř všechny se zesilovacím činitelem  $h_{21e}$  okolo  $70 \div 100$  a malým klidovým proudem. Na prvé dva stupně zesilovače bylo použito tranzistorů 103NU70 s bílým označením. Emitorový sledovač byl osazen tranzistorem 102NÜ71 s klidovým proudem  $5 \mu\text{A}$ . Zesilovač pracuje též ve funkci omezovače. Signál o větší hodnotě než  $1,5 \text{ mV}$  je omezen, pak tedy má výstupní napětí obdélníkový průběh a jeho velikost je  $2,2 \div 2,5 \text{ V}_{ef}$ . Toto omezení signálu je nutné, neboť zesilovač musí dodávat napětí, jehož velikost můžeme nastavit a které nesmí přesáhnout ani při maximálním možném signálu (zahcení přijímače) určitou hodnotu. Výstupní napětí musí být kromě toho tvrdé. Emitorový odpór je odporový trimr o hodnotě  $1 \text{ k}\Omega$  a z jeho běže je napětí odebíráno přímo na všechny filtry.

**Spínací obvody.** Nejdůležitější a zároveň nejpracnejší částí přijímače jsou rezonanční filtry, které oddělují jednotlivé kmitočty při současném buzení spínacích obvodů. Po četných zkouškách bylo použito sériových rezonančních filtrů, pro svoji možnost paralelního řazení se ukázaly velmi vhodné. Jsou napájeny z nízké impedance emitorového sledovače a výsledkem je velmi ostrá rezonanční křivka. Jsou vinuty na feritových jádrech typu



Obr. 57. Základní dil přijímače – vstupní část se třemi spínacími obvody



Obr. 58. Oba díly přijímače Multton II. Vlevo – doplněk pro 4 povely, vpravo – základní díl přijímače s konektorem

EE  $3 \times 3$  mm s mezerou  $0,1 \div 0,15$  mm podle kvality jader. Tato velikost mezery byla určena pro filtr s maximální indukčností a to tak, aby se vinutí vešlo na kostru, ježíž prostor je ještě vyplněn sekundárním vazebním vinutím. Jednotlivé filtry jsou konstruovány současně jako transformátory o převodu 6 : 1. Při jejich návrhu musela být zachována podmínka maximálního  $Q$  každého filtru pro daný kmitočet. Byl zjišťován optimální poměr  $LC$  a to tak, že k vinutí několika různých filtrů byly postupně připojovány kondenzátory o různé kapacitě a měřeno napětí při jednotlivých kmitočtech se stejnou vnitřní impedancí a výstupním napětím zdroje (nf generátoru). Zapojení

celého měřicího uspořádání je na obr. 56. Tabulka 2 udává hodnoty filtrů, v ní je udána optimální kapacita a indukčnost pro zvolené pracovní kmitočty. Kmitočty byly voleny pokusně tak, aby odstup jednotlivých kanálů (tj. vzdálenost vrcholů rezonančních křivek) byl provozně bezpečný a aby dva sousední kanály nespínaly současně. Výsledkem pokusu je zjištění, že odstup jednotlivých kmitočtů musí být alespoň 600 Hz. Teoreticky by mohl být odstup menší, ale pak by vstupní napětí, přiváděné na filtry, muselo být také menší. Menší napětí by zase vyžadovalo nižší převodní poměr transformátoru, protože napětí na jeho sekundárním vi-

Tabulka 2

Filtr	Kmitočet (Hz)	Indukčnost (mH)	Převod	Počet závitů	$\varnothing$ drátu (mm)	V přijímači připojen <sup>a</sup>	Ovládané prvky	Poznámka
1	2650	360	5 : 1	2500	0,05	motorové servo	motor	Trix
2	3450	280	6 : 1	2300	0,05	servo 1	směrové kormidlo	
3	4350	250	6 : 1	2100	0,05		výškové kormidlo	
4	5500	195	6 : 1	1920	0,056	servo 2	křídélka	
5	6700	155	6 : 1	1700	0,063			Multton II
6	8400	135	6 : 1	1500	0,063			
7	10 100	100	6 : 1	1300	0,07	servo 3		
8	libovolně naladěno do okrajových mezer v kmitočtovém rozsahu 2 $\div$ 12 kHz						trim	
9								

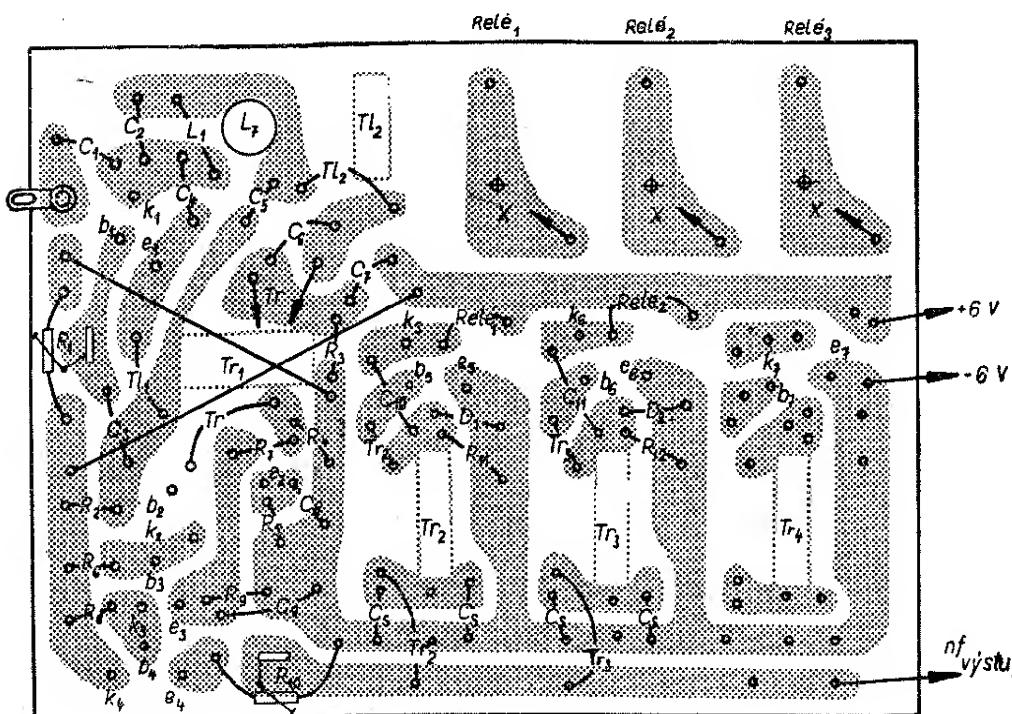
nutí by pak nestačilo otevřít spínací tranzistor. Tím by se nevýhodně změnily též impedanční poměry. Dalo by se to obejít použitím tranzistoru o vysokém zesílení.

Optimální poměr  $LC$  a stejné hodnoty zesílení spínacích tranzistorů zaručuje zhruba stejnou citlivost jednotlivých spínacích obvodů. Tranzistory mají hodnotu zesilovacího činitele  $h_{21e}$  okolo 100, ale není kritická, dobré zde vyhoví tranzistory s  $h_{21e} = 80$ , nebo naopak 150. Důležité je pouze, aby tranzistory všech spínacích obvodů měly hodnotu  $h_{21e}$  zhruba stejnou (s rozptylem asi  $\pm 10\%$ ). Kdyby se lišila značněji, došlo by k tomu, že spínací obvod s tranzistorem s větším zesílením by sepnul již při nepatrém vstupním napětí a tatáž velikost vstupního napětí by naopak nepostačovala k sepnutí dalšího obvodu. Citlivý tranzistor by spínal též na sousední kmitočty, případně i na šum přijímače. Částečně je možno vyrovnat citlivost jednotlivých spínacích obvodů odporem, zapojeným paralelně k diodě (odpor  $R_{11}$ ). Jeho hodnotu nedoporučují zvětšovat přes  $680\Omega$ . Drobné nesrovnalosti v citlivosti spínacích obvodů je možno vyrovnat též nastavením citlivosti spínacích relé. Zde jsme však vázání podmírkou co největšího napružení planžety kotvy, aby relé nebylo náchylné

k vibracím, způsobeným motorem modelu. Správně by se měla relé předem nastavit na stejnou citlivost (spínací a rozpínací proud) a v tomto stavu ponechat. Použitá relé jsou výrobky MVVS Brno, vyráběná speciálně pro zařízení k dálkovému ovládání modelů. Jejich odpor  $230\Omega$  dobře vyhovuje pro napájecí napětí 6 V, při tomto napětí jimi protéká proud 22 mA.

Ještě o činnosti spínacího obvodu. Spínací tranzistor je buzen ze sekundáru transformátoru – filtru. Báze není přes vinutí přímo uzemněna, ale je uzemněna přes odpor diody. V kolektoru je zařazeno již zmíněné relé. Kondenzátor  $2\mu F$  v kolektoru ( $C_{10}$ ) udržuje relé v přitaženém stavu v té době, kdy je budicí nf napětí nulové (v oblasti mezery mezi pulsy, která odpovídá záporné polaritě modulačního signálu). Zapojení je na první pohled možno mylně pokládat za reflexní. Dioda zde zastává funkci tvarovače napětí a je polována tak, aby báze tranzistoru dostávala kladné napětí.

Na vstupu přijímače je možno místo poměrně pracného sr. detektoru s tlumivkou a vazebním transformátorem použít též jednodušší verze podle přijímače Polyton. V přijímači je nutné změnit pouze hodnotu emitorového odporu sledovače z původních  $4,7\text{ k}\Omega$  na  $1\text{ k}\Omega$  a současně



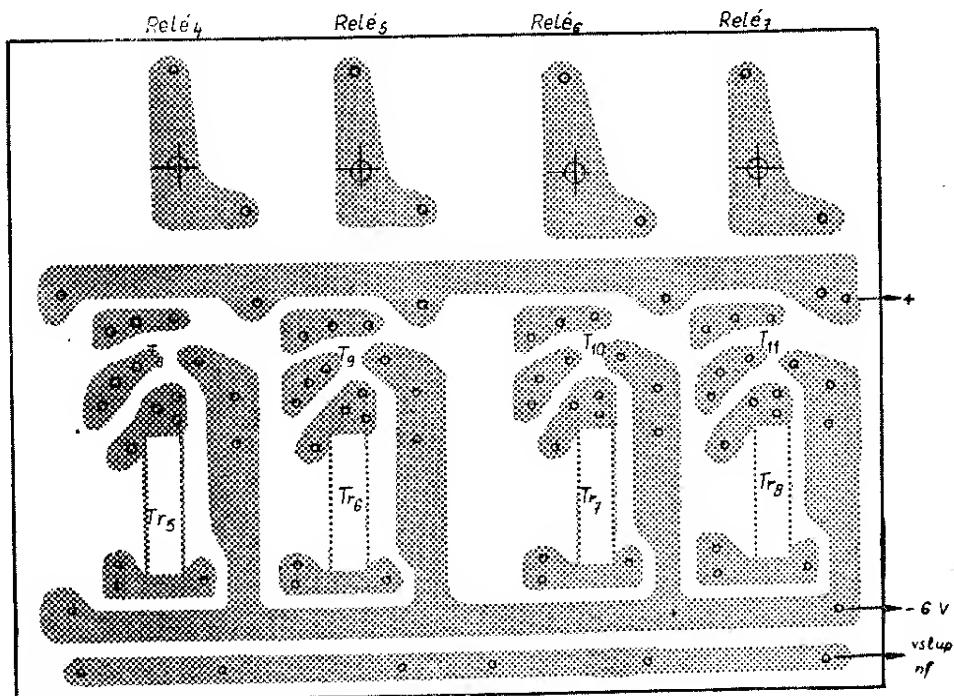
Obr. 59. Destička s plošnými spoji základního dílu přijímače. Do bodu X je připojen vývod kotvy relé

použít tranzistoru o kolektorové ztrátě 100 mW. Takový přijímač byl pokusně sestaven a pracuje též spolehlivě.

### VIII. 2. Mechanické provedení přijímače

Při stavbě přijímače bylo uvažováno o možnosti víceúčelového použití, a to jak pro model jednopovelový, tak pro model vícepovelový. U jednopovelového modelu se předpokládala možnost ovládání tří prvků (směrovka 2, motor 1). Z tohoto hlediska vyplývá řešení přijímače rozděleného do dvou částí: první díl (obr. 57) – vstupní část s třemi spínacími obvody a druhý díl – doplněk se 4 spínacími obvody. Oba díly jsou spojeny spojovací šňůrou s konektorem. Fotografie obou dílů je na obr. 58. Tamtéž je patrný konektor, který je vyroben ze spodku miniaturní elektronky pro plošné spoje. Celkem je tedy přijímač schopen pracovat se 7 povely, což je pro začátečníka v modelářské akrobacii vyhovující. Rozměry byly voleny tak, aby se přijímač vešel do trupu modelu. Mechanické rozmístění součástek není kritické, což bylo ověřeno u třípovelového přijímače též konstrukce ve formě modulů (viz obr. 6).

Na obr. 59 a 60 jsou destičky plošných spojů. Součástky jsou zde umístěny na stojato a po uvedení do chodu a nastavení přijímače jsou prolepeny lepidlem Epoxy 1200 ke zpevnění konstrukce. Kompaktní zalití by bylo vhodnější, ale zároveň by vzrostla neúměrně váha. Plošný spoj je na kuprexitové desce síly 1,5 mm. Doporučuji použít elektrolytických kondenzátorů v PVC izolaci, což zajišťuje součástky proti možným zkratům hlavně při havárii modelu. Na vývody součástek jsou navlečeny textilní bužírky. Bužírky z PVC se špatně váží lepidlem Epoxy 1200. Oba díly, třípovelový přijímač i doplněk, jsou vloženy do dvou krabiček, vyrobených z hliníkového plechu podle obr. 61, jež jsou eloxovány (viz dále). Otvory pro nastavování potenciometrů a cívky jsou proti vnikání nečistot přelepeny Izolepou. Vývody k anténě a ke konektoru (připojení relé k servosystému) jsou z tenkého PVC kablíku, vývody jsou spleteny jako pomlázka proto, že jsou tak značně ohebnější, než kdyby byly vloženy do bužírky, která časem ztrácí svou elastičnost. Je použito gumových průchodek  $\varnothing$  5 mm. Přívod zdrojů je veden pouze do základního dílu a to dvoulinkou, zakončenou koaxiálním konektorem z magnetofonu Start. Na obr. 62 je znázorněno připojení vybavovačů ke konektoru.



Obr. 60. Destička s plošnými spoji doplňku přijímače

### VIII. 3. Eloxování pouzdra přijímače

Aby přijímač byl chráněn a přitom vzhledný, je jeho pouzdro eloxováno. Málokdo má to štěstí, že použije služeb podniku, proto uvedeme postup vhodný pro domácí dílnu. Eloxujeme v láhvi od okurek, eloxovací lázeň je  $20 \div 30\%$  roztok kyseliny šťavelové ve vodě. Hliníkové předměty je nutno předem vyleštít a odmasti v benzinu. Odmašťování v louhu není vhodné, protože se při něm zmatní povrch. Odmaštěné předměty se zavěsí do lázně pomocí pásků z hliníkového plechu šíře 10 mm. Jako druhé elektrody použijeme hliníkové desky tloušťky 1 mm a rozmeru asi  $100 \times 100$  mm. Na vývody této elektrody a pásku s eloxovanými předměty je přivedeno střídavé napětí 50 V, ale postačí i 20 V. Asi po 15 minutách je povrch dílů eloxován. Doba eloxování má vliv na hloubku vytvářené kysličníkové vrstvy. Při delší době se stává, že se na povrchu tvoří skvrny.

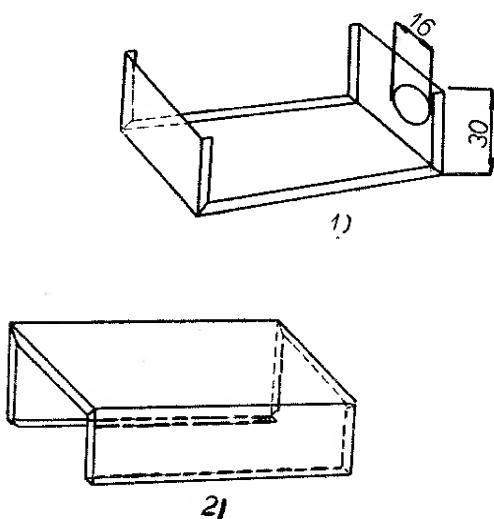
Eloxované předměty se po vyjmutí z lázně vyproují v tekoucí vodě a dále upravují barvením. Nejjednodušší je barvení textilními barvami duha a nejlépe se pracuje se žlutou barvou. Modrá a

červená někdy tvoří tmavší skvrny. Asi v 0,5 litru vody se rozpustí 2 tablety barvy a roztok se dá vařit. Do vroucí barvy se vloží eloxované předměty. Barvení proběhne během krátké doby, která má vliv na sytost zabarvení. Po vyjmutí předmětů z barvy je opláchneme opět ve vodě a necháme vysušit.

Eloxováním hliníkových součástek dosáhneme nejen pěkného vzhledu, ale povrch předmětů se tím stává velmi tvrdým a tak odolnějším vůči poškození.

### VIII. 4. Nastavení přijímače

Potenciometr  $R_1$  v děliči báze  $T_1$  nastavíme na střední hodnotu, abychom nepoškodili vf tranzistor 0C170. Pak teprve přes miliampérmetr 30 mA připojíme napětí 6 V (5 ks NiCd článků typu 225). Proud přijímače se bude pohybovat kolem  $3 \div 5$  mA. Na běžec  $R_{10}$  přes kapacitu  $0,1 \mu F$  připojíme sluchátka. Běžec  $R_{10}$  natočíme k přívodu emitoru. Je-li vše v pořádku, musí se ve sluchátkách ozvat šum superregeneračního detektoru. Nešumí-li sr. stupeň, pak je nutno hledat závadu. Dříve však zkusíme změnit poněkud polohu běžce  $R_1$ . Nasadí-li šum, můžeme přistoupit k nastavování. Pomocí  $R_1$  zmenšíme nyní napětí na bázi  $T_1$  tak, že sr. detektor vysadí kmity – přestane šumět. Na záporný pól zdroje a převodní transformátor se strany tlumivky připojíme přes kapacitu  $0,5 \mu F$  tónový generátor. Výstupní napětí tónového generátoru předem nastavíme maximálně na  $0,3$  V<sub>ef</sub>. Odpojíme sluchátka od běžce  $R_{10}$  a připojíme na toto místo osciloskop a elektronkový nízkofrekvenční milivoltmetr. Napětí na běžci  $R_{10}$  (podle jeho polohy) musí být  $2 \div 2,2$  V<sub>ef</sub>, přímo na emitoru sledovače pak  $2,2 \div 2,5$  V<sub>ef</sub>. Tónový generátor je nastaven v rozmezí kmitočtů  $2 \div 10$  kHz. Osciloskop nyní ukazuje obdélníkový průběh signálu. Pak přikročíme ke kontrole nízkofrekvenční charakteristiky zesilovače a naladění transformátoru  $TR_1$ . Napětí z generátoru snížíme na takovou hodnotu, při které se na osciloskopu objeví sinusový průběh signálu v celém pracovním pásmu  $2 \div 12$  kHz. Přeladujeme nyní nf generátor od



Obr. 61. Rozměry pouzdra obou dílů přijímače. Otvor  $\varnothing 16$  mm je pouze v základním dílu (pro elektronkovou objímku jako konektor). Na dno dílu 1 (hliník 1 mm) se umístí přes podložku z umatexu o síle 0,5 mm destička přijímače. Díl 2 je z polotvrdého hliníku nebo duralu 0,3 mm

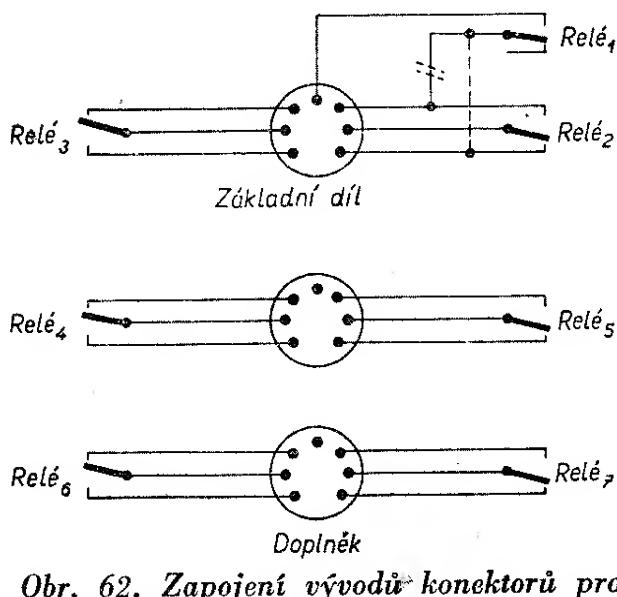
20 kHz směrem k nižším kmitočtům. Výstupní napětí, měřené elektronkovým voltmetrem, bude stoupat. Největší hodnoty musí dostoupit okolo  $13 \div 15$  kHz. V rozmezí kmitočtů 1800 Hz až 12 kHz se průběh může pohybovat v toleranci  $\pm 3$  dB. Kolem  $2 \div 3$  kHz by měl být na charakteristice znatelný hrb, který je způsoben rezonancí transformátoru  $TR_1$ . Rezonanční kmitočet  $TR_1$  upravíme změnou kapacity  $C_s$  tak aby byl mezi  $2 \div 2,5$  kHz. Nyní nastavíme kmitočet generátoru asi na  $2 \div 5$  kHz a zvyšujeme jeho výstupní napětí. Při vstupním napětí 5 mV musí být na výstupu sledovače při maximální hodnotě odporu  $R_{10}$  napětí  $2 \div 2,5$  V a sinusovka se musí změnit vlivem limitace zesilovače na pravoúhlý průběh. Omezení by mělo být z obou stran stejně, což ovšem není podmínkou. Nyní nf milivoltmetrem, který přepojíme z běžce  $R_{10}$  na bázi  $T_2$ , změříme napětí na sekundáru transformátoru  $TR_1$ . Naměříme vlivem převodu transformátoru napětí  $1,1 \div 1,5$  mV. Z hodnoty maximálního výstupního napětí na  $R_{10}$  a napětí na bázi  $T_2$  zjistíme zesílení zesilovače, které má být  $1400 \div 1600$ . Odpovídají-li naměřené hodnoty tomuto požadavku, můžeme přikročit k ladění filtrů. Zvolíme kmitočet prvního kanálu např. podle tabulky použitých kmitočtů (Tabulka 2) a změnou  $C_s$  jej nastavíme na požadovanou velikost. Naladění se projeví zvýšeným proudem ( $20 \div 25$  mA) a sepnutím relé příslušného obvodu. Pomocí  $R_{10}$  nastavíme takové napětí, aby spínací obvod pracoval v rozmezí kmitočtů  $150 \div 200$  Hz. Po nastavení prvního filtru pokračujeme obdobným způsobem při nastavování dalších. Filtry se nesmí navzájem ovlivňovat, což znamená, že každý musí spínat pouze v okolí svého rezonančního kmitočtu, s maximální odchylkou  $\pm 100 \div 300$  Hz. Zjistíme to dvěma způsoby:

1. přelaďujeme nf generátor kolem naladěného kmitočtu a zjistíme, kdy relé spínacího obvodu sepne a rozepne. Odchylka kmitočtu, při kterém sepnutí a rozepnutí nastává, může být zmíněných  $\pm 300$  Hz;

2. nf generátor nastavíme na kmitočet v některém krajním bodě těsně před

okamžikem rozepnutí relé. Přerušíme přívod od generátoru, relé odpadne a při opětném připojení generátoru již nesepne. Toto opakujeme za současného přelaďování generátoru blíže k rezonančnímu kmitočtu a to z obou stran, až relé počne spínat. Odečteme kmitočty, při kterých relé začíná spínat. Jejich rozdíl musí být maximálně  $100 \div 150$  Hz. Souhlasí-li toto u všech filtrů, pak můžeme pokládat naladění filtrů za skončené.

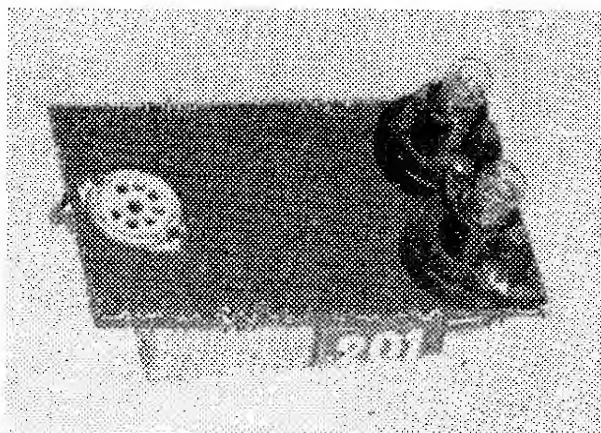
Napětí z nf generátoru nyní zvětšíme tak, až zesilovač plně omezuje a  $R_1$  nastavíme do takové polohy, aby při plynulém přelaďování od 2 do 12 kHz sepnulo vždy pouze jedno relé a teprve po jeho odpadnutí sepnulo další. Zkontrolujeme nastavení rezonančního kmitočtu filtrů a přitom ponecháme raději bezpečnou mezeru mezi kmitočty. Tím docílíme, že při silném signálu nenastane vzájemné ovlivňování – spínání sousedních filtrů. Po skončeném nastavování připojíme opět sluchátka na  $R_{10}$ , odpojíme nf generátor a připojíme anténu o délce 55 cm.  $R_1$  nastavíme do takové polohy, kdy nasadí sr. kmity. Je nutné předem předladit obvod  $L_1 C_2$  pomocí GDO nebo po nasazení sr. kmítů jej naladit pomocí vlnoměru, který v blízkosti cívky  $L_1$  ukáže výchylku (vyzařování superregenerační-



Obr. 62. Zapojení vývodů konektorů pro servovybavovače. U konektoru základního dílu je čárkovaně naznačena druhá varianta volby polarity napětí pro motorové servo

ho stupně). Zvýšíme pak ještě napětí báze pro jistotu, že změnou teploty nebo napájecího napětí kmity nevysadí. Dále provedeme kontrolu funkce sr. detektoru. Přeladováním signálního generátoru s vypnutou vnitřní modulací najdeme kmitočet, na který je naladěn vstupní obvod  $L_1 C_2$ . Projeví se to vymizením šumu přijímače ve sluchátkách. Pak měníme velikost  $C_2$ , popřípadě  $L_1$  tak, aby byl přijímač naladěn na požadovaný kmitočet 27,120 MHz. Potom signální generátor, naladěný na kmitočet 27,120 MHz, přepneme na vnější modulaci a modulujeme jej tónovým generátorem. Anténu ponecháme volně ve vzdálenosti asi 1 m od vf generátoru. Se změnou modulačního kmitočtu musí filtry postupně spínat jako v předešlém případě. Vypneme-li nyní modulaci, nesmí žádný obvod samovolně sepnout. Při vypnutí vf generátoru však může dojít k samovolnému spínání obvodů vlivem velké hladiny šumu. Kontrolou činností sr. detektoru je přijímač nastaven a můžeme přikročit ke zkoušce s vysílačem.

Umístíme přijímač ve vzdálenosti  $1 \div 2$  m od vysílače. Vysílač je bez antény. Ladíme jádrem cívky  $L_1$  přijímače a ve sluchátkách sledujeme, kdy nasadí šum. Jádro nastavíme zhruba do střední polohy mezi krajní body, kdy sr. šum nasazuje. Pak odpojíme sluchátka a postupně spínáme jednotlivá relé ovládacími tlačítka vysílače. Musí přitom spínat příslušně naladěné filtry (spínací obvody) přijímače. Pak zvětšujeme po-



Obr. 63. Pomocný přístroj pro optickou indikaci funkce přijímače

stupně vzdálenost mezi vysílačem a přijímačem. K usnadnění této práce nejlépe poslouží improvizovaná pomůcka se žárovkami (obr. 63), které na dálku signalizují sepnutí příslušného relé. Vzdálenost zvyšujeme podle možnosti až do pracovního okruhu  $300 \div 400$  m i více. Pracuje-li souprava na vzdálenost 400 m na zemi, pak její skutečný dosah s modelem ve vzduchu bude alespoň 2krát větší. Prototyp přijímače i vysílače byl zkoušen i na stálost naladění při změnách teploty. Bez jakéhokoliv dolaďování pracuje přijímač již přes 1 rok. Kontrola před použitím spočívá pouze v tom, že se vyzkouší činnost soupravy na vzdálenost bez antény vysílače. Souprava musí takto pracovat nejméně na vzdálenost  $2 \div 3$  m.

## IX. Vysílač Multton II

Vzhledem k podmínkám, které byly požadovány ÚV Svatarmu při vyhlášení konkursu pro R/C aparatury, bylo nutno navrhnout vysílač s těmito vlastnostmi: kmitočet řízený krystalem, koncepce pokud možno celotranzistorová, schopnost vícepovelového provozu, montáž v modulech, teplotní stabilita v rozsahu — 10 až  $+45^{\circ}\text{C}$ , napájení z běžných zdrojů, pokud možno nízká váha a malé rozměry, použití dostupného materiálu, dosah aparatury minimálně 400 m na zemi.

### IX. 1. Popis vysílače

Při návrhu bylo nutno postupovat od nejobtížnější části – vlastního vysílače. Nejobtížnější proto, že vf výkonové tranzistory nejsou u nás prozatím dosažitelné. Byl zvolen systém s trvale zapnuto nosnou vlnou. Oscilátor  $T_6$ , pracující na kmitočtu 27,120 MHz, je v běžném zapojení s uzemněným emitorem (obr. 64, str. IV obálky). Pracovní bod je nastaven děličem  $R_{11} R_{12}$ . Krystal je zapojen mezi kolektor a bázi. V obvodu kolektoru je laděný obvod  $L_1 C_4$ , pracující též na kmitočtu 27,120 MHz. Proměnný emitorový odpor, který je vysokofrekvenčně blokován kondenzátorem  $C_5$ , slouží k nastavení proudu oscilátoru. Vf energie je z obvodu odebírána pomocí vazební

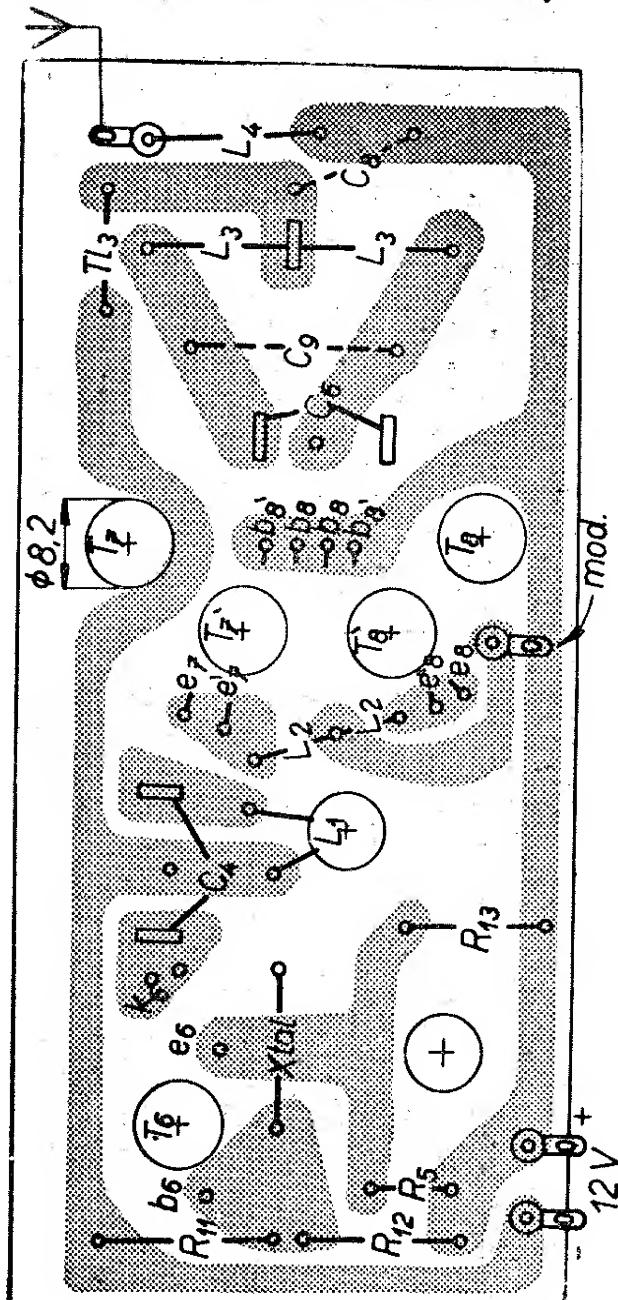
cívky  $L_2$  do emitorů koncových tranzistorů, které jsou v dvojčinném zapojení s uzemněnou bází. Toto zapojení bylo zvoleno po četných zkouškách, protože se ukázelo jako nejstabilnější a nejjednodušší co do nastavování. Praktickými zkouškami a ze zahraniční modelářské literatury bylo zjištěno, že pro překlenutí vzdálenosti 400 m s přijímačem o citlivosti kolem  $3 \div 5 \mu\text{V}$  musí být ztrátový výkon koncového stupně vysílače asi 150 mW. Tato hodnota byla považována za minimální a byl určen požadavek zhruba dvojnásobného výkonu z důvodu bezpečného provozu při vyšších teplotách, kdy nastává u tranzistorových vysílačů pokles výkonu.

Nedostupné výkonové tranzistory byly nahrazeny paralelním zapojením dvou kusů 0C170. Obě dvojice tranzistorů mají mít zhruba stejný zesilovací činitel  $h_{21e}$ , vyhoví stejně dobře tranzistory se zesílením 70 i 120. Kolektory tranzistorů jsou připojeny na první až třetí závit od konců cívky  $L_3$ . Dosáhne se tak lepšího přizpůsobení impedance ladicího obvodu vůči vnitřnímu odporu tranzistorů (obvod není tolik tlumen). Poloha odboček má vliv na kolektorový proud koncových tranzistorů – tedy též na jejich výkon, který nesmí přesáhnout 80 mW pro jeden tranzistor. Jako ladicích kapacit obvodu oscilátoru i koncového stupně bylo použito vzdutých hrnečkových trimrů Tesla 5  $\div$  30 pF. Koncový stupeň je napájen ze středu cívky  $L_3$  přes vf tlumivku. Tato tlumivka spolu s kapacitou  $C_8$  odděluje vysokofrekvenčně koncový stupeň vysílače od zdroje – tří plochých baterií v sérii. Vysokofrekvenční energie je z koncového stupně odebrána anténní cívkou  $L_4$ , která je laděna do rezonance kapacitou  $C_7$  (nutno vyzkoušet). Celý vysokofrekvenční díl vysílače je řešen jako jeden modul na vlastní destičce s plošnými spoji.

## IX. 2. Mechanické provedení vf části vysílače

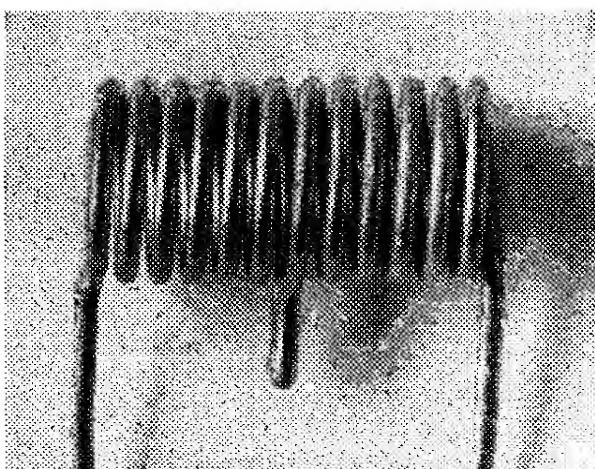
Destička s plošnými spoji (obr. 65) byla zhotovena amatérsky. Po překopírování obrazce a vyznačení otvorů důlkem byl obrazec pokryt asfalem, roz-

puštěným v benzenu. K leptání bylo použito 50% roztoku kyseliny dusičné. Po vyvrácení otvorů pro součástky spoje přeleštíme a odmastíme. Po zhotovení plošného spoje provrtáme otvory v destičce, upevníme pájecí očka a zdírky pro krystal. Tyto zdírky je nutno vyrobit podle druhu krystalu, který se ženeme. Nejjednodušší je výroba z mosazných šroubů. Hlava šroubu M5 se sníží (matka též), šroub se podélně provrtá (průměr otvoru závisí na průměru nožiček krysta-



Obr. 65. Destička s plošnými spoji vf části vysílače

lu) a zbabí se závitu až na část, potřebnou k upevnění matky včetně síly destičky. Tato vzdálenost je asi 5 mm od hlavy šroubu. Vznikne tak tenká trubička, na kterou se dá snadno letovat. Tímto je destička připravena k montáži součástek. Použijeme zásadně kvalitních a vyzkoušených součástek. Cívka oscilátoru  $L_1$  je vinuta z měděného drátu  $\varnothing 0,4$  na botičkovou kostříčku z televizoru Tesla 4001, a konce vinutí jsou zajištěny režnou nití. Vyhoví i kostra o  $\varnothing 10$  mm. Cívka je dolahována prachovým jádrem M7 se žlutým značením. Vazební vinutí je z pocínovaného drátu o  $\varnothing 0,5$  mm v PVC izolaci. Vineme je přes  $L_1$  a opět upevníme režnou nití. Celkem se po nastavení zajistí proti mechanickým změnám polohy vinutí lepidlem Epoxy 1200. Cívka koncového stupně  $L_3$  je samonosná z pocínovaného drátu  $\varnothing 1,5$  mm (drát pro pistolevé páječky). Je vinuta na  $\varnothing 10$  mm (po sejmutí s trnu cívka zvětší svůj průměr asi o 0,5 mm). Její délka je upravena roztažením závitů na délku 25 mm. Praktické provedení této cívky je na obr. 66. Doporučuji cívku vinout směrem od středu po zhotovení střední odbočky (ohnutím drátu). Anténní vinutí je ze zapojovacího drátu s PVC izolací o  $\varnothing 0,8$  mm. Je navlečeno na cívku a „našroubováno“ přes střední vývod  $L_3$  na její střed. Tlumivka  $Tl_3$  je vinuta na odporu  $1 \text{ M}\Omega / 0,25 \text{ W}$  ve čtyřech sekcích po 40 závitech drátem  $0,1 \text{ CuL}$ . Naposled se umístí na destičku tranzistory. Do otvorů v destičce musí být vf tranzistory



Obr. 66. Cívka koncového stupně vysílače

upevněny těsně, odpadá pak jejich zajištění lepidlem. Provedení je na detailním záběru vf dílu na obr. 67 (str. III obálky).

### IX. 3. Nastavení vf části vysílače

Nejprve uvedeme do chodu oscilátor. Zasuneme krystal a přes miliampérmetr (Avomet) připojíme snížené napájecí napětí, asi 8 V.  $R_{13}$  je v poloze, odpovídající maximálnímu odporu. Střed  $L_2$  zůstává nezapojen.  $C_4$  je nastaven zhruba na střední hodnotu. Jsou-li zachovány tyto podmínky, nesmí být proud vyšší než  $8 \div 9$  mA. Nyní pootočíme jádro cívky  $L_1$  a sledujeme údaj proudu. Jádro ponecháme v poloze, kdy je proud minimální a dolahujeme dále na jeho minimum trimrem  $C_4$ . Dosáhl-li po nastavení minima proud hodnoty menší než  $4 \div 5$  mA, zvýšíme napájecí napětí na 12 V. Proud oscilátoru při tomto napájecím napětí musí být v mezích  $6 \div 9$  mA. Je-li menší, pak jej zvětšíme zmenšením hodnoty  $R_{13}$ . Toto nastavování se usnadní předladěním obvodů pomocí GDO „za studena“. O tom, zda oscilátor kmitá, se můžeme též přesvědčit vlnoměrem. Pracuje-li oscilátor, snížíme opět napájecí napětí a propojíme nejkratším spojem střed cívky  $L_2$  se zemním vodičem (kladným pólem baterie). Proud bude nyní značně vyšší. Obvod  $L_3 C_6$  nyní naladíme opět na minimální proud. Proud koncových tranzistorů má být menší než  $15 \div 20$  mA. Po připojení plného napájecího napětí 12 V však nesmí překročit  $20 \div 25$  mA (nutno však odečíst proud oscilátoru.)

Nyní použijeme absorpčního vlnoměru nebo absorpčního kroužku se žárovkou 2,5 V/0,1 A a obvody  $L_1 C_4$  a  $L_3 C_6$  naladíme na maximální výchylku vlnoměru nebo maximální svit žárovky absorpčního kroužku, který je zasunut do cívky koncového stupně. Při správně nastaveném vf dílu vysílače musí žárovka absorpčního kroužku alespoň jasně zhnout. Vyjmeme kroužek a připojíme anténu. Odběr stoupne vlivem zatížení koncového stupně. Nyní se snažíme nalézt optimální velikost  $C_7$ , a měníme též polohu jádra prodlužovací cívky zkrácené antény při

současném doladování obvodu  $L_3$ ,  $C_6$  a to tak, aby vyzářený výkon byl co největší. Výkon měříme opět vlnoměrem, přiblíženým k anténě. Nutno však brát v úvahu kapacitu těla, přiblížením ruky s vlnoměrem nastává rozladování obvodu. Doladujeme dlouhým izolovaným šroubovákem, zhotoveným z novodurové tyčky nebo z plexiskla o průměru asi 6 mm. Vlnoměr nebo monitor, schopný indikovat nemo-dulovaný signál, vzdálíme co nejvíce od soupravy. Konečné naladění je vhodné provádět v pracovní poloze, tj. přímo v terénu, kde okolní předměty neovlivňují anténu. Při správném naladění (a zasunuté anténě) má být odběr koncového stupně kolem 27 mA. Výkon zhruba zjistíme tak, že od proudu s připojenou anténou odečteme proud vysílače bez antény. Rozdíl proudu pak násobíme napájecím napětím a dostaneme přibližně vyzářený výkon. Při správném nastavení vf dílu bude se příkon pohybovat okolo  $250 \div 300$  mW. Při nastavování nevzniknou pravděpodobně žádné potíže. Při nastavování oscilátoru musíme dbát, aby při nepatrém rozladění nevypadl z oscilací. Ladění vf dílu vysílače provádíme zásadně s vysílačem ve skříni. Máme-li zabudován indikátor anténního proudu, můžeme konečné ladění provést podle maximálního proudu do antény. Postup ladění několikrát opakujeme.

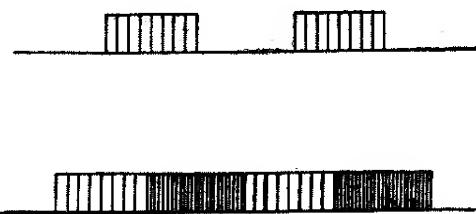
#### IX. 4. Modulátor

Vzhledem k tomu, že byl zvolen více-povelový simultánní provoz (vysílání dvou povelů současně), je modulátor poměrně složitý. Průběh modulace byl zvolen s pravoúhlými kmity a promodulováním vf kmitočtu nízkofrekvenčním signálem na 100 %. Stoprocentní modulace se ukázala vzhledem k vlastnostem přijímače nutná, jakož i práce s trvale zapnutou nosnou vlnou. Jako zdrojů nízkofrekvenčních kmitočtů je použito dvou stejných oscilátorů, již dříve popsaných ve všeobecné části. Každý oscilátor pracuje v jedné polovině akustického spektra, jehož rozsah je určen vlastnostmi a naladěním filtrů přijímače. Oscilátor I překlene pásmo od 2 kHz až

do 6 kHz a oscilátor II – pásmo od 5 kHz do 12 kHz. Oscilátor II se od oscilátoru I liší pouze menší hodnotou indukčnosti  $Tl_1$ .

Aby bylo možno pracovat se 100 % modulací a nenastávalo směšování signálu z obou oscilátorů při jejich současném zapnutí, bylo nutno zvolit přerušovaný systém modulace. Jedná se o známý princip, používaný např. ve vícekanálové telefonii. Signál z jednoho zdroje – oscilátoru – není vysílán trvale, ale doba je zkrácena a to podle počtu současně vysílaných signálů. Při dvou signálech se zkracuje na polovinu, při třech na třetinu atd. Protože pracujeme současně se dvěma povely, bylo nutno zkrátit dobu vysílání jednoho signálu na polovinu a druhý signál pak vložit do takto vzniklé časové mezery. Názorně je to vykresleno na obr. 68.

Zkrácení na polovinu časového intervalu je řešeno multivibrátorem (tranzistory  $T_9$  a  $T_{10}$ ), kterým jsou ovládány klíčovací tranzistory  $T_{14}$  a  $T_{15}$ . Kmitočet přerušování (kmitočet multivibrátoru) byl zvolen  $250 \div 300$  Hz. Všeobecně platí, že má být nejméně pětinou nejnižšího přenášeného kmitočtu. Je-li např.  $T_9$  otevřen, je přes něj přivedeno kladné napětí na bázi  $T_{14}$ , zatímco  $T_{15}$  je uzavřen, protože je uzavřen i  $T_{10}$ . Jakmile se multivibrator překlopí, nastává opačná funkce –  $T_{10}$  i  $T_{15}$  jsou otevřeny a  $T_9$  a  $T_{14}$  uzavřeny.  $T_{14}$  a  $T_{15}$  jsou připojeny na výstupy nf oscilátorů I a II a tyto jsou jimi siřídavě zkratovány. Zkratování výstupů a též emitorových odporek tranzistorů  $T_2$  a  $T_{13}$  se ukázalo jako vyhovující. Předběžné obavy, že paralelní odpory otevřeného klíčovacího tranzistoru k emitorovému odporu nf oscilátoru způsobí nějaké potíže, zvláště snížení tepelné stability nf oscilátorů, se ukázaly bez-



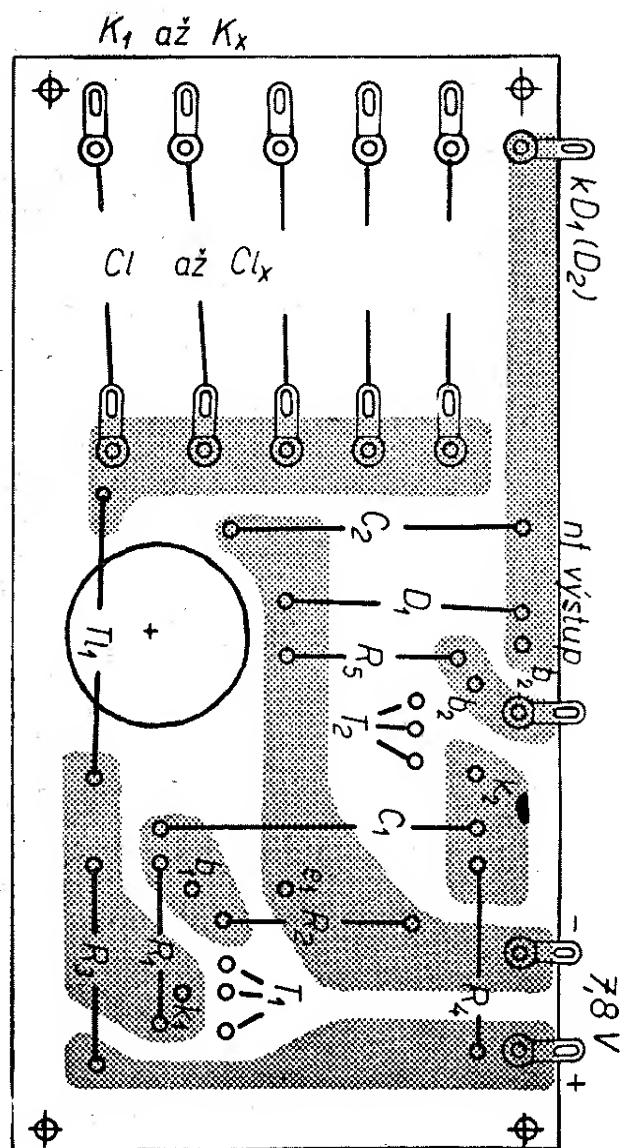
Obr. 68. Znázornění činnosti nf oscilátorů při simultánním dvoupovelovém provozu

předmětné. Modulátor dále pracuje takto: kladné pulsy z oscilátoru jsou střídavě přiváděny na báze oddělovacích tranzistorů  $T_3$  a  $T_{11}$ . Ty jsou uzavřeny tlumivkami  $Tl_2$  a  $Tl_4$ : jelikož mají malý stejnosměrný odpor (asi  $40 \Omega$ ), jsou jimi

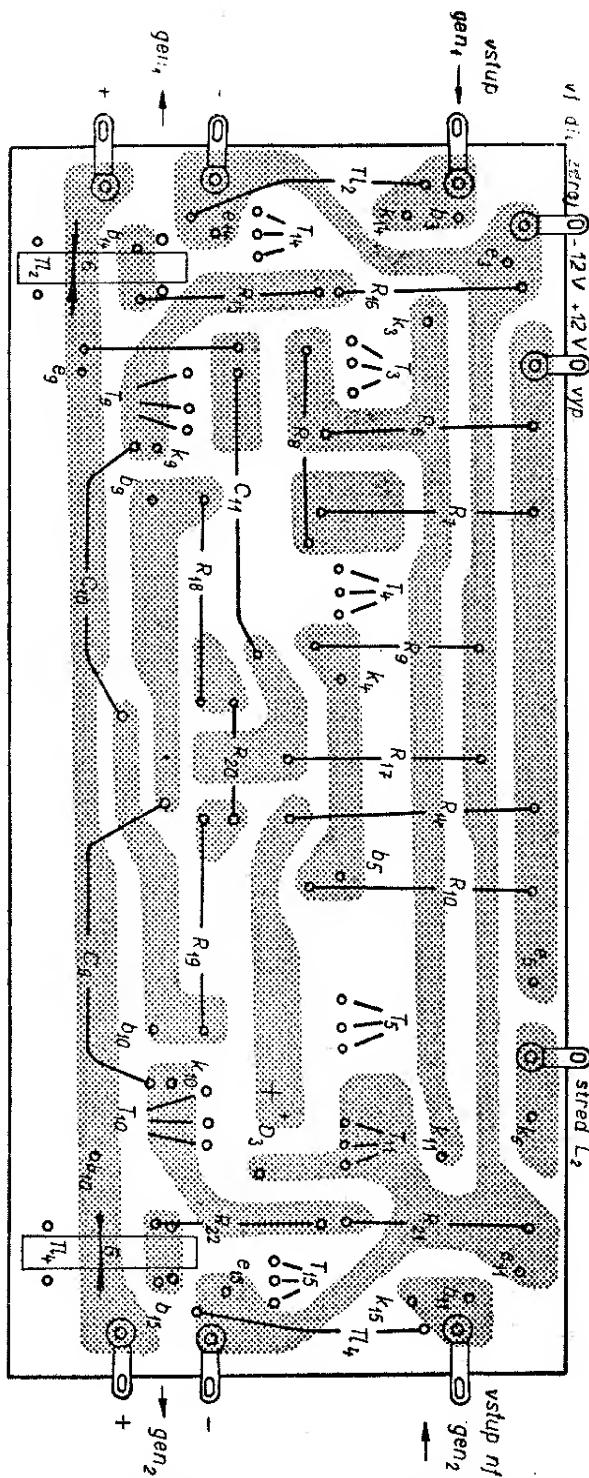
báze obou oddělovacích tranzistorů uzemněny, střídavému signálu kladou tlumivky vlivem své indukčnosti dostatečně velký odpor a tím se otevírají  $T_3$  a  $T_{11}$ . Použití tlumivek je též podmíněno požadavkem tepelné stability obou tranzisto-



Obr. 69. Průběhy modulace vf kmitočtu vysílače



Obr. 70. Destička s plošnými spoji nf oscilátoru



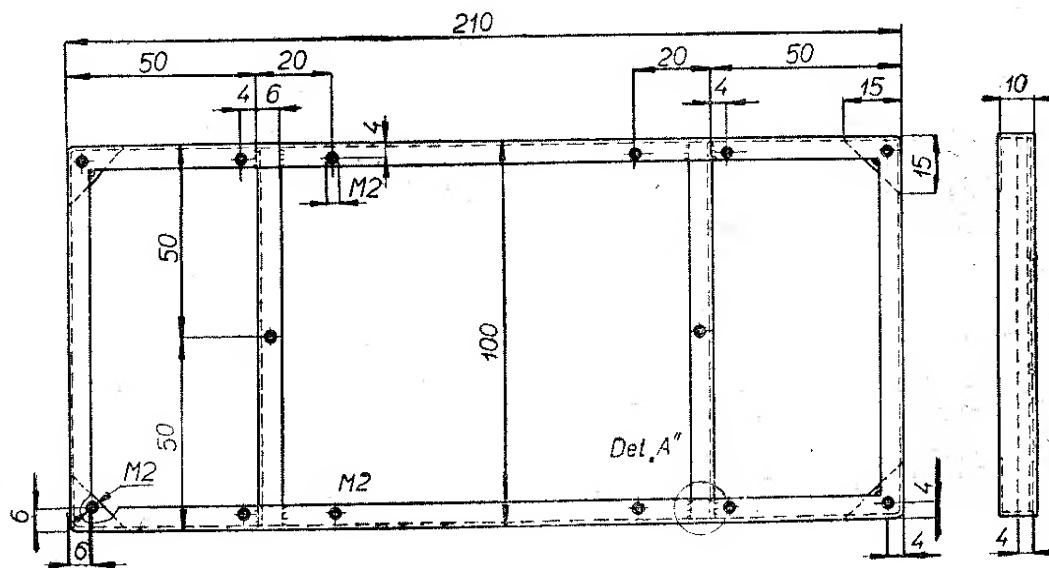
Obr. 71. Destička s plošnými spoji modulátoru. Šířka jádra tlumivek  $Tl_2$  a  $Tl_4$  má být 3 mm

rů. Indukčnost tlumivek musí být tak velká, aby nebyl způsoben pokles nejnižších přenášených kmitočtů. Praktickou zkouškou bylo ověřeno, že hodnota jejich indukčnosti není kritická a že postačí  $0,8 \div 0,12$  H (pro nf kmitočty nad 1800 Hz).

Jak již bylo řečeno, na báze  $T_3$  a  $T_{11}$  jsou přivedeny kladné pulsy z nf oscilátoru a otevírají tyto tranzistory v rytmu modulačního kmitočtu. Přes střídavě otevřený  $T_3$  nebo  $T_{11}$  je přivedeno odporem  $R_8$  záporné napětí na bázi tranzistoru  $T_4$ , který je opačné polarity.  $T_4$  se tím otevře. Úplné otevření je dáno též správným poměrem děliče  $R_7$  a  $R_8$  a zesilovacím činitelem  $h_{21e}$  tranzistoru  $T_4$ . Odpor  $R_7$  je vhodné nahradit také nf tlumivkou obdobného provedení jako  $Tl_2$  a  $Tl_4$ . Zvláště je to vhodné, je-li klidový proud  $I_{KO}$  tranzistoru  $T_4$  vyšší. Doporučuje se použít tranzistoru s  $I_{KO}$  menším, než 5  $\mu A$ . Otevřením  $T_4$  je zkratována (uzemněna) báze  $T_5$ . V klidovém stavu – tedy v době, kdy nejsou uvedeny nf oscilátory v činnost – je tento tranzistor otevřen a je přes něj přiváděno kladné napětí na koncový stupeň vysílače (je přes něj uzemněn střed cívky  $L_2$  a je tedy přiváděno napájecí napětí na emitory tranzistorů  $T_7$  a  $T_8$ ). Uzavíráním  $T_5$  je přerušován přívod napájecího napětí pro PA stupeň vysílače. Toto přerušování se děje v rytmu nízkofrekvenčních kmitočtů, které jsou právě vysílány, a způsobuje

100% promodulování nosné vlny. Průběhy modulace jsou na obr. 69.

Ve vysílači jsou čtyři moduly; oscilátor I a oscilátor II jsou každý na zvláštní desce s plošnými spoji a jsou propojeny s destičkou modulátoru a vf dílu. Obrazec plošných spojů oscilátoru je na obr. 70. Na destičce modulátoru (obr. 71) je i přepínač signálu a stabilizátor napětí – Zenerova dioda 3NZ70. Tato koncepce dovoluje snadnou opravu či výměnu jednotlivých dílů soupravy. Jednotlivé destičky – moduly jsou přišroubovány na rám ze železného plechu síly 1 mm pomocí šroubků M2. Rozměry rámu jsou na obr. 72. Rám je nutno ze strany plošných spojů opatřit podložkou z izolačního materiálu, nebo alespoň silnější vrstvou laku, aby nenastaly případné zkraty mezi plošnými spoji. V případě použití skříně větších rozměrů je vhodné zvětšit i rozměry destiček. Z druhé strany nosného rámu je připevněna umateková deska síly 2 mm, na které jsou upevněny 3 ploché baterie. Baterie leží svou spodní stranou na úhelníku z hliníkového plechu síly 1 mm. Ze stran jsou drženy fosforbroncovými pery – pásky. Vývody baterií jsou zasunuty do sběracích kontaktů, zhotovených též z fosforbroncového plechu síly 0,3 mm. Provedení je patrné z obr. 73. Celý vysílač bez ovládacích prvků tvoří tedy dokonalý celek a ve skříni je přichycen z bočních stran vždy dvěma šroubků M2 se zapuštěnou hla-

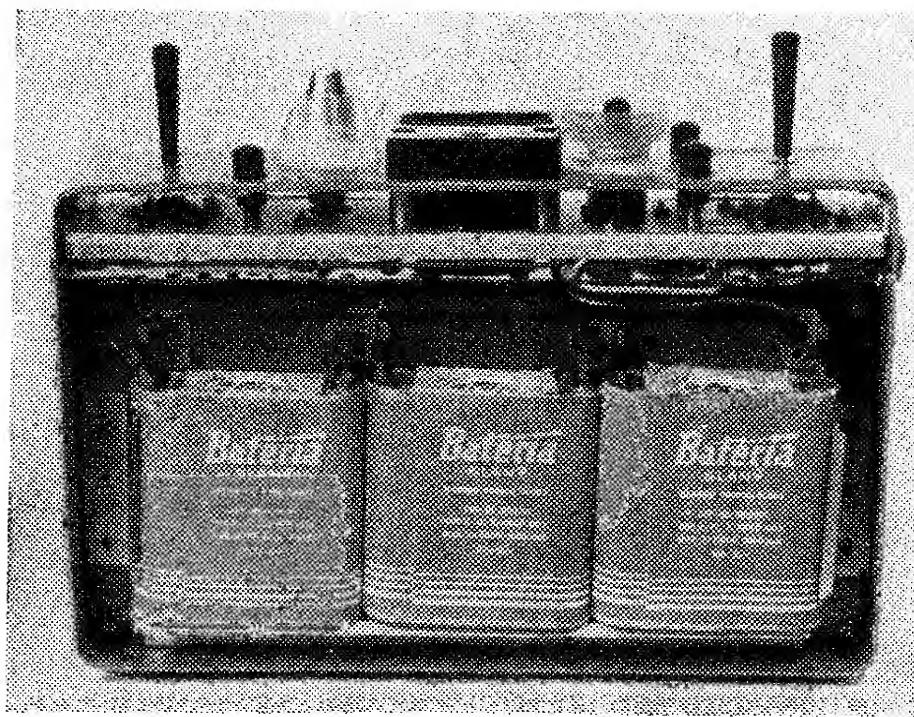


Obr. 72. Rozměry rámu vysílače. V levé a pravé úzké části jsou upevněny oba nf oscilátory, ve střední části nahore je vf díl, dole modulátor

vou. Tlumivky  $Tl_1$  a  $Tl_5$  jsou v hrnečkových feritových jádrech se středním otvorem a jsou k destičce přichyceny mosaznými šroubkami M2. Použijete-li pro  $Tl_1$  a  $Tl_5$  feritových transformátorových jader EE nebo EI (jako pro  $Tl_2$  a  $Tl_4$ ), pak je stačí přivázat režnou nití do předem vyrvaných otvorů a přilepit lepidlem Epoxy 1200. Je též možno zhotovit stahovací pásky z mosazného plechu 0,2 mm v obvyklém provedení, používaném např. u transformátoru VT36. Při zhotovení tlumivek nesmíme zapomenout na vzduchovou mezitu, která je nutná vzhledem k teplotní stabilitě obvodu. Čím je mezera větší, tím lépe. Ve vzorku bylo použito hrnečkových jader  $\varnothing 18$  mm s mezertou u  $Tl_1$  0,25 mm a u  $Tl_5$  0,4 mm. Mezery jsou zhruba nastaveny tak, aby indukčnost tlumivek byla vyhovující, což zjistíme předběžným nastavením začátku a konce pásma každého oscilátoru. Pak mezery zajistíme lepidlem Epoxy 1200. Toto zajištění provedeme alespoň 2  $\div$  3 dny před nastavováním nf kmitočtů, aby lepidlo patřičně ztvrdlo. Ladění provádíme též ve skříně s propojenými ovládacími spínači, abychom nezměnili kapacity přívodů.

## IX. 5. Nastavení modulátoru

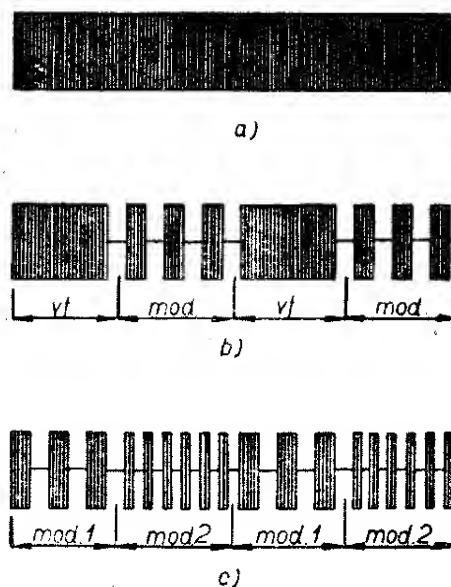
Je použito vesměs běžných součástek, které je však vhodné před použitím přezkoušet, jak již bylo řečeno v popisu výroby. Doporučuje se hlavně pečlivě vybrat vyhovující tranzistory. Je třeba je proměřit a roztrídit. Oscilátory je možno osadit jakýmkoli tranzistory se zesilovacím činitelem  $h_{21e}$  větším než 60.  $T_{14}$  a  $T_{15}$  jsou tranzistory 103NU70 s bílým označením. Je však možno použít kterýkoliv z tranzistorů typu npn s  $h_{21e} = 60 \div 120$  a malým klidovým proudem. Též všechny ostatní tranzistory mají průměrné  $h_{21e} = 70 \div 100$ .  $T_9$  a  $T_{10}$  mohou být horší kvality –  $h_{21e} = 40 \div 50$ . Protože v celém vysílači je jen jeden elektrolytický kondenzátor  $C_{11}$ , filtrující napájecí napětí pro báze multivibrátoru (přepínače signálu), odpadají starosti s jejich výběrem. Odpory pouze přeměříme. Jejich hodnoty nejsou kritické a mohou být v toleranci  $\pm 20\%$ . Nastavování jednotlivých kmitočtů provádíme nastavením správné hodnoty příslušného kondenzátoru  $C_{lad}$ . Obvykle je nutno potřebnou hodnotu sestavit z několika kondenzátorů. Použi-



Obr. 73. Pohled na skříň vysílače ze strany zdrojů

jeme kvalitních typů. Nejlépe vyhovují kondenzátory se styroflexovým nebo epoxydovým dielektrikem. Po naladění je můžeme též prolepit mezi sebou lepidlem Epoxy 1200, tak vytvoříme kompaktní blok, odolný vůči otřesům a různým vibracím, vznikajícím při transportu. Nastavení na žádané kmitočty, které jsou dány naladěním filtrů přijímače, nejpohodlněji provedeme podle Lissajousových obrazců takto: Výstup oscilátoru nebo kolektory  $T_s$  ( $T_{11}$ ) připojíme na vertikální zesilovač osciloskopu. Na horizontální zesilovač připojíme výstup z nf generátoru, který nastavíme na žádaný kmitočet. Nyní měníme kapacitu  $C_{lad}$  tak dlouho, až kmitočet generátoru souhlasí s právě nastavovaným kmitočtem nf oscilátoru vysílače. Obrazce jsou různých nedefinovatelných tvarů, protože výstup z měrného nf generátoru je sinusový a nás generátor je zdrojem nf napětí pravoúhlého tvaru. Nastavený kmitočet filtru v přijímači se od nastavených kmitočtů ve vysílači může lišit o  $\pm 40 \div 50$  Hz (přes celé pásmo). Před nastavením měrný generátor předem nahřejeme po dobu  $20 \div 30$  min. Nastavování se doporučuje provádět při teplotě okolí  $+25^\circ\text{C}$ . Je to kvůli tepelné závislosti feritových materiálů. Způsob nastavování pomocí náhodné shody hodnot kondenzátorů se zdá být složitý a pracný, ale při výrobě jednoho kusu je vhodný. Při sériové výrobě by bylo nutno použít cejchovaného proměnného kondenzátoru o kapacitě alespoň 1000 pF k přesnému zjištění potřebné hodnoty a tuto pak skládat z předem proměřených kondenzátorů. Výsledné hodnoty se pohybují od 1000 do 12 000 pF. Nastavovat je možno také ryze amatérským způsobem, bez osciloskopu, a to záznějovou metodou. Použijeme přitom dvou sluchátek (i dvou páru – na každé ucho jedno): jedno připojíme na nf generátor a druhé přes kondenzátor 5000  $\div$  50 000 pF na bázi nebo kolektor  $T_s$  ( $T_{11}$ ). Je možné zapojit druhé sluchátko do vlnoměru, krystalky nebo monitoru. Nastavujeme na zázněj – stejný tón v obou sluchátkách. Tato metoda je sice primitivní, ale spolehlivá, neboť ucho rozliší i sebenepatrnejší úchylky. Po nastavení obou oscilátorů je prakticky elek-

trická část vysílače hotova. Zkontrolujeme pouze, zda intervaly přepínače signálu (doba otevření  $T_{14} \div T_{15}$ ) jsou stejné. To zjistíme při kontrole modulace na osciloskopu. Intervaly upravíme na stejnou časovou hodnotu pomocí  $R_{20}$ . Kontrola modulace se provádí takto: na destičky obrazovky osciloskopu přivedeme vf napětí z anténní svorky vysílače přes kapacitu  $50 \div 100$  pF/3 kV. Obyčejně není třeba druhého přívodu, postačí vzájemná kapacita vysílač – osciloskop. Při zapnutí vysílače se objeví na obrazovce nosný kmitočet (27,120 MHz) a to jako světlý pás, podobný silně rozostřené stopě (obr. 74a). Při zapnutí modulátoru – stisknutí některého z ovládacích tlačítek – je nosný kmitočet přerušen modulovaným signálem, který na osciloskopu můžeme nastavit knofíkem časové základny. Vf spektrum musí být na obrazovce dokonale po celé svislé délce přerušeno (obr. 74b). Při správně nastaveném přepínači signálu musí být úsek nosného kmitočtu stejně dlouhý, jako úsek modulace. Toto platí obdobně při současném vysílání dvou povelů (oba nf oscilátory v činnosti, viz obr. 74c). Přerušovací kmitočet přepínače není kri-



Obr. 74. Kontrola modulace osciloskopem:  
a) – nosný vf kmitočet, b) – nosný kmitočet je modulován signálem, c) – nosný kmitočet je modulován dvěma signály

tický a můžeme jej nastavit pomocí  $R_{17}$ . Nakonec ještě jedno upozornění: při ladění nf oscilátorů se doporučuje pro rušivé efekty, způsobené přepínacím kmitočtem, multivibrátor vyřadit z činnosti např. přerušením napájecího napětí pro báze, které je přiváděno přes  $R_{17}$ . Přepínačí kmitočet můžeme zjistit např. odposlechem z monitoru.

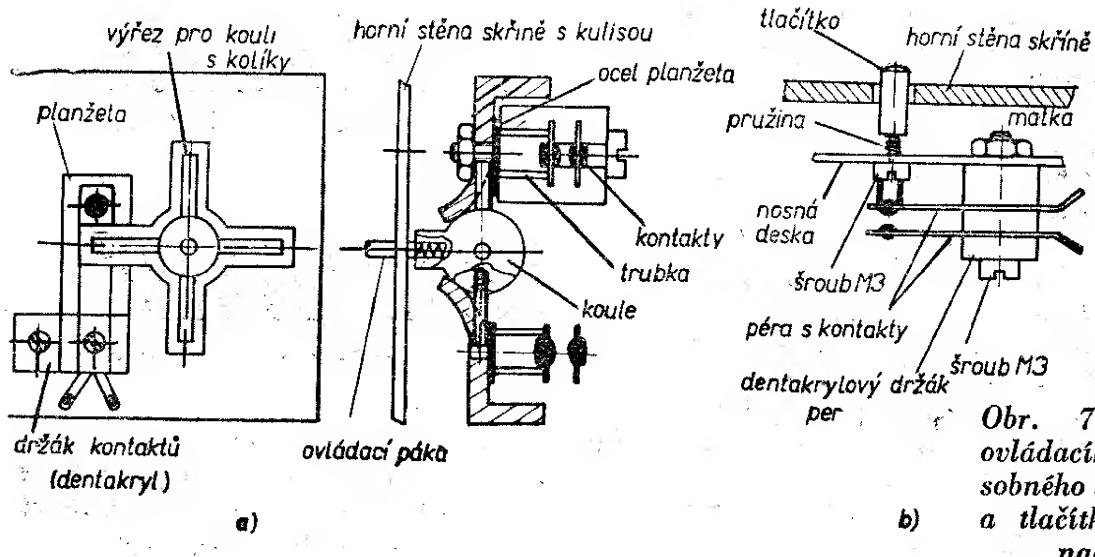
#### IX. 6. Indikátor vf proudu antény

Pro kontrolu činnosti vysílače se používá nejrůznějších indikátorů. Velmi často je to miliampérmetr, kterým měříme celkovou spotřebu vysílače. Připojíme-li k zapnutému vysílači anténu, zjistíme změnu spotřeby vlivem zatížení koncového stupně. Při vyslání povelu (prómodulování vysílače) tento přístroj též vykáže změny proudu. Ve vysílači Multton II byla použita indikace vf proudu tekoucího do antény (obr. 64). Tento druh indikátoru se ukázal jako velmi vhodný zvláště proto, že na něm poznáme i nevhodnější provozní polohu (polohu antény vůči zemi, tedy vliv kapacity antény vůči zemi atd.) Tento indikátor vykazuje též změny proudu při modulaci a zjistíme jím jakoukoliv závadu ve vysílači.

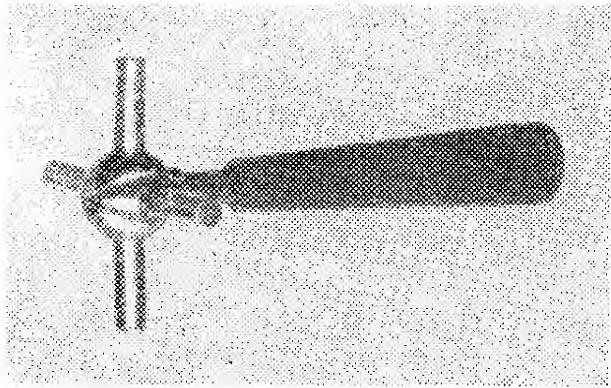
Možno jej bez jakékoliv změny použít ve všech vysílačích tohoto typu. Jeho montáž spočívá pouze v provlečení přívodu k anténě středem toroidní cívky

indikátoru. Indikátor je v podstatě krystalový přijímač, u něhož je místo sluchátek připojen mikroampérmetr. Toroidní cívka je zhotovena z ferokartového prstence o vnějším  $\varnothing$  10 mm, otvor má  $\varnothing$  7 mm a výšku asi 2 mm. Na jádro navineme (provlékáním) 15  $\div$  20 závitů drátu  $\varnothing$  0,3 mm CuL. Dioda je jakákoliv pro daný vf kmitočet, vyhoví 1NN41  $\div$  5NN41. Indikátorem je měřidlo s co největší citlivostí. Bylo použito přístroje DHR-3 100  $\mu$ A. Usměrněné napětí je filtrováno kapacitou 100  $\div$  1000 pF.

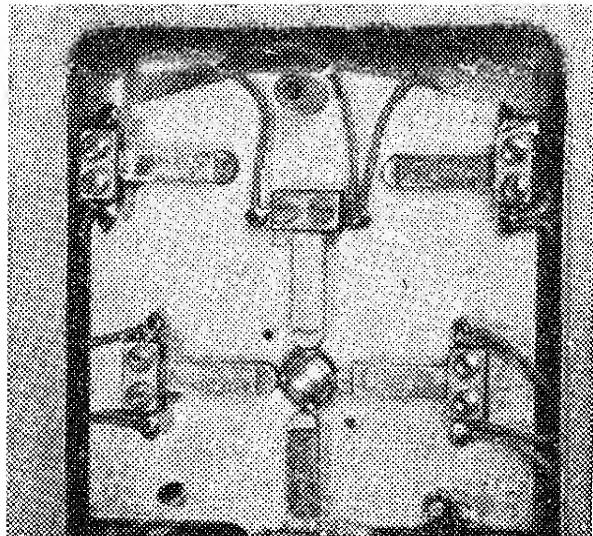
Při zapnutí vysílače a zasunuté anténě ukáže přístroj určitou výchylku. Kondenzátorem  $C_x$  ji upravíme na takovou hodnotu, aby byla ve  $3/4$  rozsahu stupnice. Pomocí  $C_x$  se toroid ladí blíže k rezonančnímu kmitočtu a výchylka přístroje tedy roste. Je-li výchylka přístroje napak velká, pak buď odvineme několik závitů cívky, nebo můžeme zhoršit citlivost indikátoru změnou  $C_x$ . Ke správnému nastavení indikátoru je nutno podotknout, že je náchylný k příjmu vf energie, indukované do jeho součástek. Musí být tedy proveden co nejkratšími spoji a s miniaturními součástkami, které jsou vzdáleny co nejdále od vf obvodů. Vývody toroidní cívky jsou zkrouceny a jejich délka je maximálně asi 3  $\div$  4 cm. Ideální by bylo dokonalé odstínění celého indikátoru. Cívku na anténním přívodu je nutno zajistit proti posuvu v poloze, ve které byl indikátor nastaven (lepidlem Epoxy 1200).



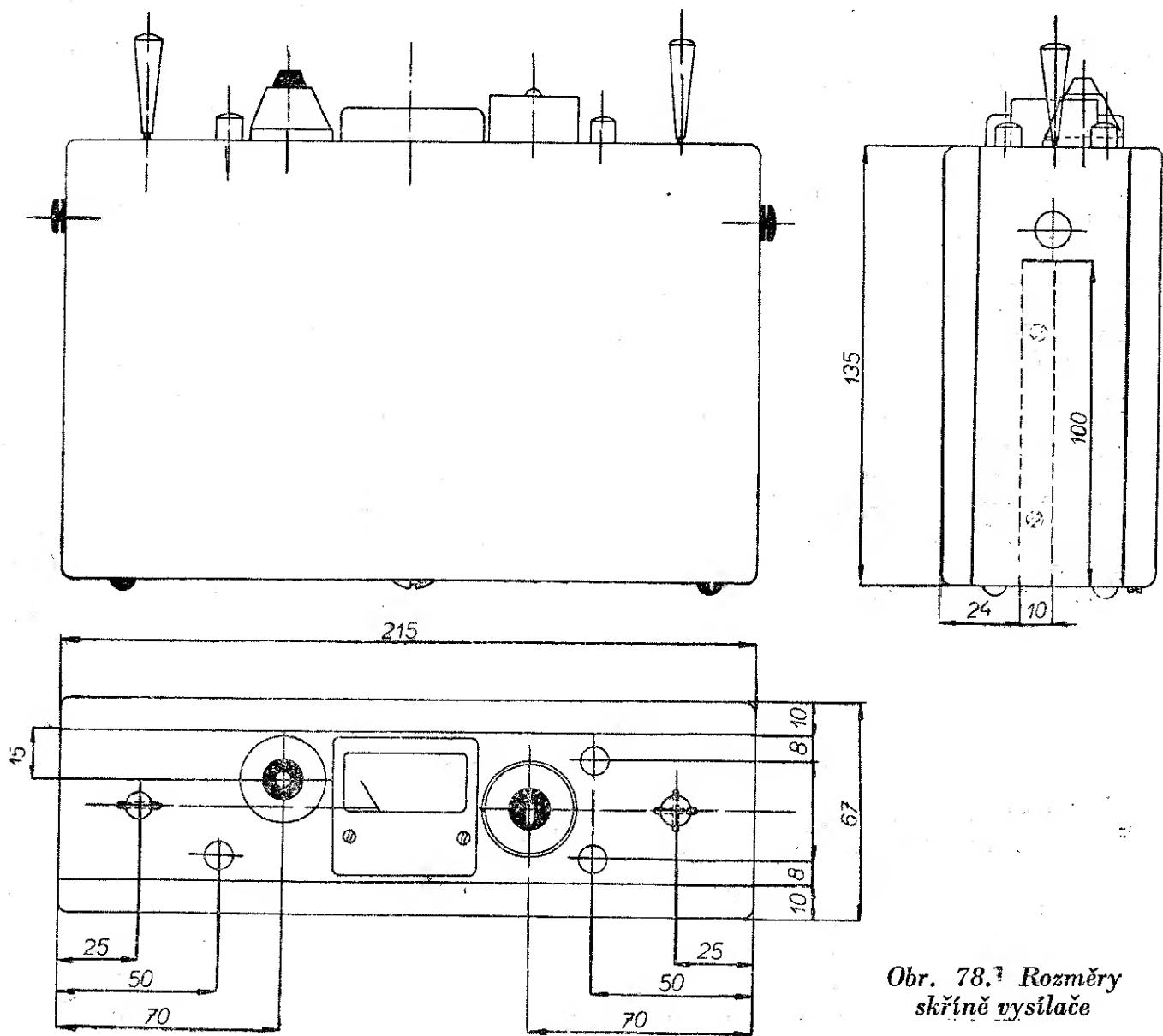
Obr. 75. Výkres ovládacího vícenásobného spínače (a) a tlacítkového spínače (b)



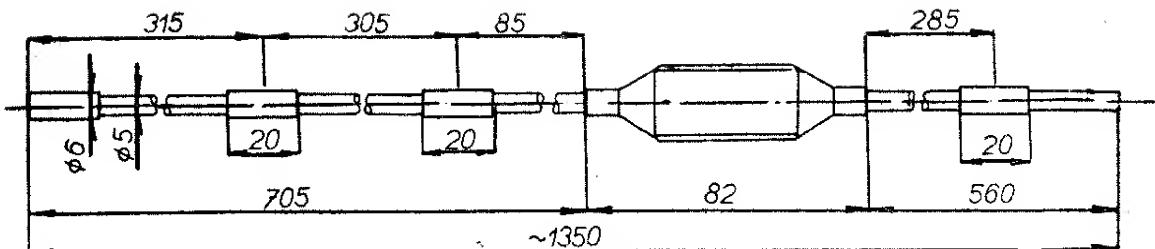
Obr. 76. Hlavní část spínače – ovládací tyčka, kulička a čtyři kolíky



Obr. 77. Detail spínače s kontakty



Obr. 78.<sup>3</sup> Rozměry skříně vysílače



Obr. 79. Výkres antény k vysílači Multton II

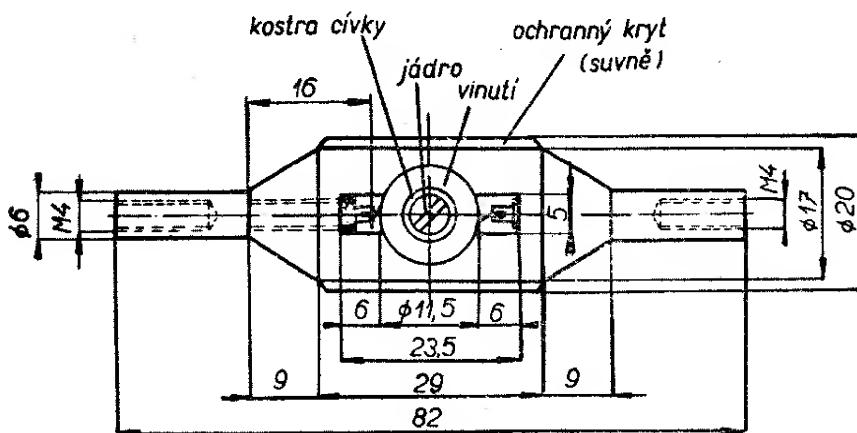
## **I X. 7. Ovládací elementy**

Můžeme použít jakékoliv konstrukce spínačů. Je nutno pouze odizolovat oba kontakty od kostry vysílače. Velmi vhodné jsou mikrospínače, popsané v pramenu [9]. V prototypu bylo použito dvou vícenásobných spínačů (kniplů) a tří tláčitek. Rozmístění je zřejmé z titulního obrázku. Jeden spínač je dvoupovelový a druhý čtyřpovelový. Oba jsou zkonstruovány na principu otočné koule v lůžku (obr. 75), tato koule je opatřena ve vodorovné ose čtyřmi kolíky, z nichž vždy dva mají sloužit jako opěra a ze zbývajících dvou jeden spíná kontakty příslušného spínače, zatímco jeho protilehlý nezabírá se svazkem kontaktů. Takto je možno kouli, jejíž ovládací tyčka (hmatník spínače) je vedena křížovou kulisou, natočit do 4 poloh a vždy jedním ze 4 kolíků sepnout 1 ze čtyř páru kontaktů. Kdyby místo kulisy byl kruhový otvor, bylo by možno spínat i dva kontakty současně. Velikost koule není kritická a nejlépe vyhovuje menší průměr  $7 \div 9$  mm. Kolíčky mají  $\varnothing 3$  mm. Kontaktní pera jsou zalita v dentakrylu.

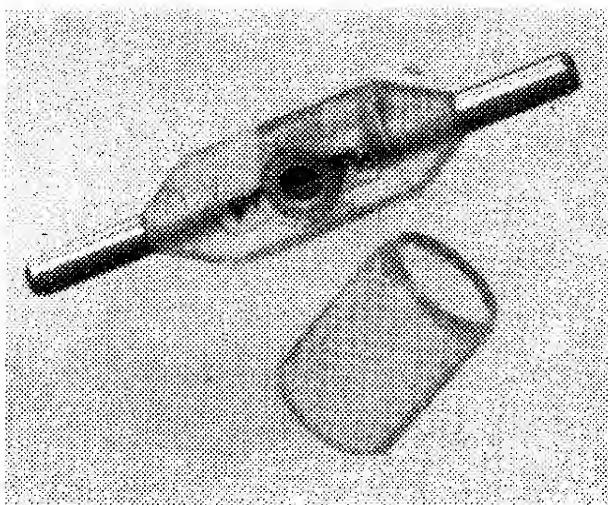
Do nulové výchozí polohy je koule vrácena čtyřmi pery z ocelové planžety síly 0,25 mm. Izolace mezi planžetami, tlačícími na kontakty, je z trubiček z umatexu. Jejichž vnitřní průměr je totožný s průměrem kontaktu, na kterém jsou uchyceny. Tyto izolační trubičky jsou na neaktivní části kontaktu. Názorné provedení kuličky s kolíky je na obr. 76. Detailní záběr sovětského spínače obdobného provedení, použitého v ovládací skřínce vysílače RUM, je na obr. 77.

## **IX. 8. Skříň vysílače**

Skříň je zhotovena ze železného plechu síly 0,8 mm. Její rozměry jsou na obr. 78 a každý si ji může upravit podle potřeby, hlavně podle použitých ovládacích spínačů. Je zhotovena ze tří částí: nosného rámu a dvou vík. Toto řešení je vhodné pro snadnou přístupnost k přístroji. Víko ze strany součástek je přichyceno šrouby M2, ze strany baterií je použito 1 šroubu s drážkou pro drobnou minci. Obě víka jsou na horní straně zachycena háčky. Plášt je ze 2 plechů, jež jsou navzájem



Obr. 80. Rozměry prodlužovacího člena antény



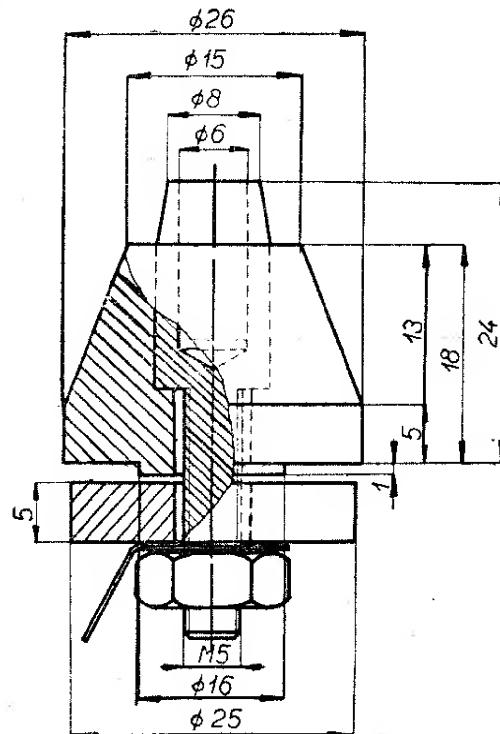
Obr. 81. Prodlužovací člen antény s krytem

spojeny bodováním. Horní pás je užší a vytváří lem pro hladký přechod na nasunutá víka. Celek je nastříkán kladívkovým lakem, který je velmi odolný proti poškození. Poloha nosného rámu elektrické části je čárkována. Mezi nosným rámem a horní stranou – stropem skříně – jsou na zvláštní desce umístěny ovládací spínače a tlačítka, jejichž velikostí je výška skříně ovlivněna. Doporučuje se proto rozměry skříně vysílače určovat podle rozměrů použitých tlačítek a spínačů. Panel vysílače je na horní straně skříně. Jsou na něm umístěny tyto díly: antennní izolátor s vývodkou, vypínač, měřicí přístroj indikátoru. Ovládací prvky na něm přichyceny nejsou. Pro tlačítka jsou vyvrácený pouze otvory. Kulisy spínačů s krajními dorazy jsou vytvořeny stěnou panelu. Toto řešení se osvědčilo, protože tak je možno kdykoliv veškeré ovládací prvky vyjmout a vyčistit nebo celý ovládací systém vyměnit za vhodnejší.

## IX. 9. Anténa vysílače

K vysílači soupravy Multton II byla použita skládací anténa vlastní výroby. Tato anténa byla vyrobena z duralových pletacích drátů  $\varnothing 5$  mm. Dráty jsou výrobcem eloxovány a s poniklovanými mosaznými spojkami tvoří anténu vzhledný celek. Rozměry antény jsou na obr. 79. Jednotlivé díly (duralové dráty) jsou

na koncích osazeny na  $\varnothing 4$  mm a opatřeny závitem M4. Těmito konci jsou zašroubovány do mosazných spojek o vnějším  $\varnothing 6$  mm a délce 20 mm. Prodlužovací člen antény je vyroben z plexitu. Jeho rozměry jsou na obr. 80 a skutečné provedení je na obr. 81. Cívka, která je do vlastního tělesa členu příčně zasunuta a zajištěna lepidlem Epoxy 1200, má 13,5 závit drátu 0,4 CuL a je vinuta na kostře o  $\varnothing 10$  mm s prachovým jádrem M7 se žlutým označením. Mosazné vývody jsou do tělesa z plexitu zašroubovány silou a to tak, že v plexitu je vyříznut závit M4 pouze závitníkem č. 1 a 2. Závitníkem číslo 3 je vyříznuta pouze část délky závitu. Mosazný vývod je tím zajištěn proti samovolnému uvolnění, které by mělo za následek ukroucení připájeného vývodu cívky. Pájíme podélnými otvory, které jsou z obou stran vypilovány v plexitovém tělesku. Předem je odvrtáme vrtákem  $\varnothing 5$  mm. Anténní člen je proti vnějšímu poškození chráněn trubkou z umaplexu, jejíž vnitřní průměr je nalícován tak, aby se těsně nasunula na tělesko z plexitu (snímáme jen při občasném ladění antény).



Obr. 82. Výkres anténního vývodu a izolátoru

## IX. 10. Anténní vývod

Anténní vývod vysílače Multton II a Trix se skládá z anténního izolátoru a zdírky, do které se anténa zasouvá. Izolátor je vyroben z umaplexu, jakož i podložka, přes kterou je izolátor připevněn k panelu vysílače. Rozměry izolátoru i vývodu jsou na obr. 82. Konstrukci anténního vývodu nelze podceňovat. Velmi často je mezi amatéry – modeláři pokládána za vedlejší a málo důležitou součást. Není proto zvláštností upevnění antény zasunutím do přístrojové zdírky, která je od skříně odizolována pouze dvěma pertinaxovými podložkami. Je zřejmé, že po navlhnutí a znečištění lehce vznikne v okolí zdírky svod, který podstatně omezí dosah vysílače. Zapomíná se také na vliv kapacity skříně – anténa, která roste se zmenšováním vzdálenosti zdírky a skříně. Uvedený vývod antény se již po několik let velmi osvědčil a je dostatečně mechanicky pevný.

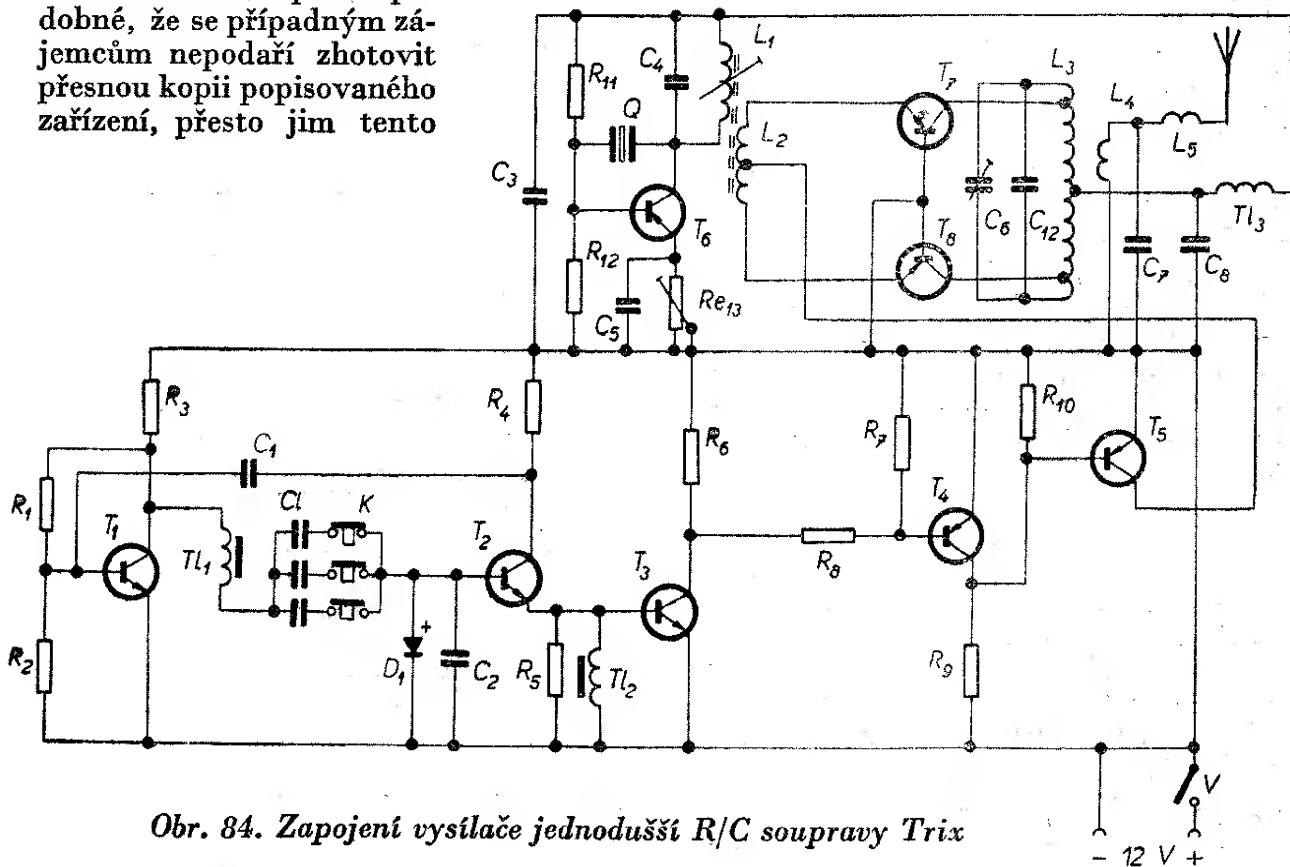
Celkový pohled na vysílač Multton II ve skříni je na obr. 83 (str. III obálky). Víko otevírá pohled na rozmištění součástek. Je pravděpodobné, že se případným zájemcům nepodaří zhotovit přesnou kopii popisovaného zařízení, přesto jim tento

obrázek pomůže při hledání nejvhodnější koncepce mechanického uspořádání.

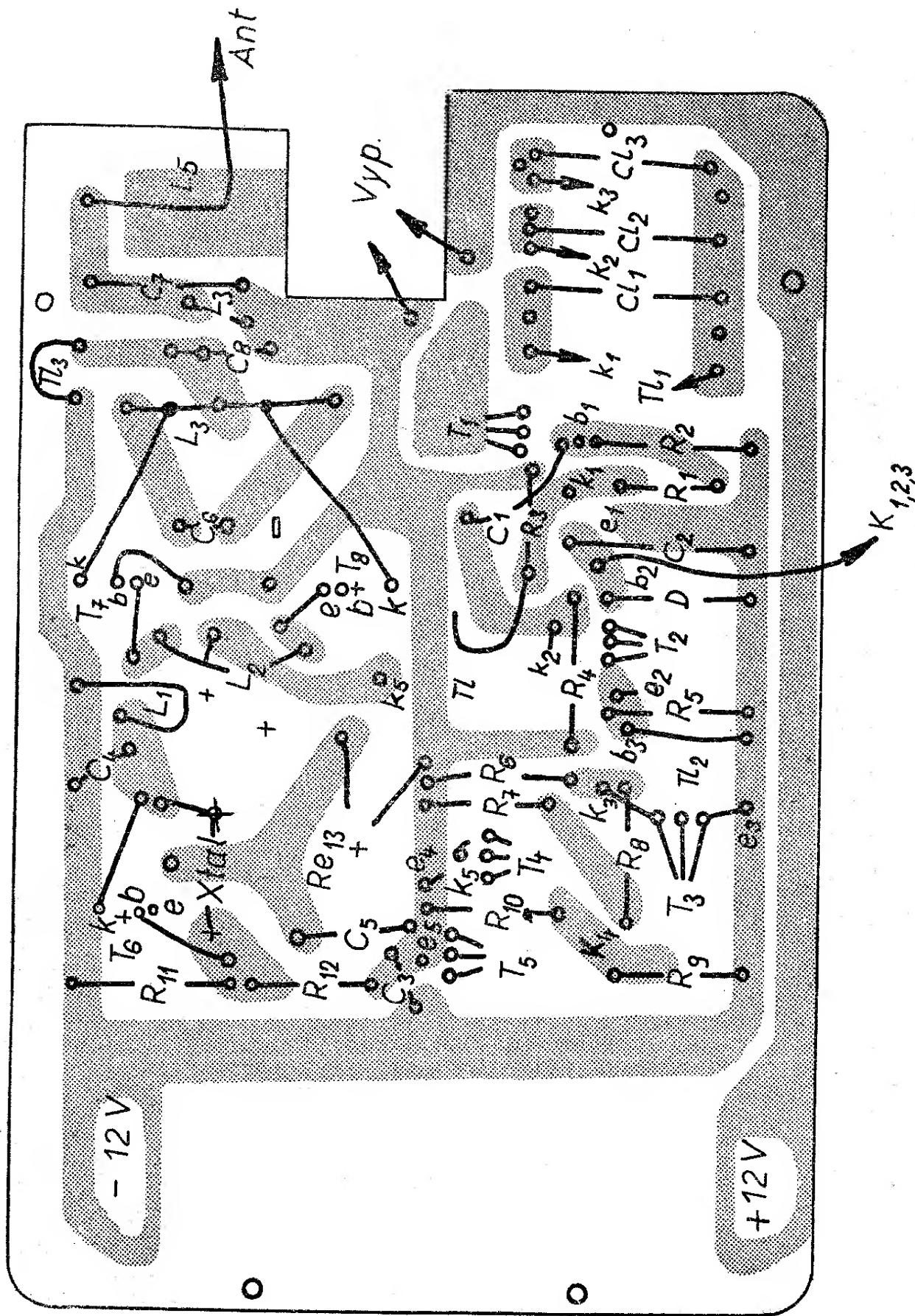
## X. 1. Vysílač Trix

Vysílač Trix byl již popsán v [9] a [10] a proto zájemce o podrobnější popis se tam dočte více. Pro úplnost je však uvedeno jeho zapojení na obr. 84, obrazec plošných spojů je na obr. 85. Fotografie na obr. 86 názorně ukazuje mechanické provedení vysílače.

Od vysílače Multton II se vysílač Trix liší pouze jednodušším modulátorem, bez prepínání signálů. Není u něho možnost vysílání dvou povelů současně. Modulace je 100 % – nepřerušovaná. Vf díl vysílače je stejný. Změna je jen v tom, že v koncovém stupni je použito pouze dvou tranzistorů OC170 a ladící kondenzátor cívky  $L_1$  není hrnčíkový trimr, ale pevný keramický o velikosti 10 pF. Anténa vysílače nebyla navržena s prodlužovací cívkou uprostřed, proto bylo možno použít vysouvací autoantény. Při použití zkrácené antény s prodlužovací cívkou jako u vysílače Multton odpadne cívka  $L_5$ .



Obr. 84. Zapojení vysílače jednodušší R/C soupravy Trix

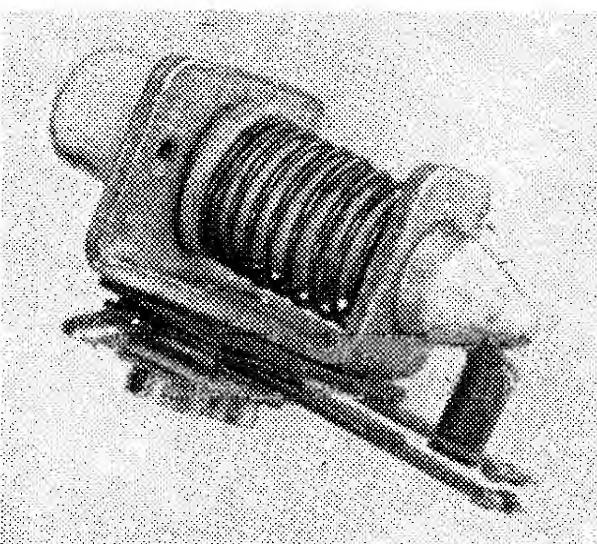


Obr. 85. Destička s plošnými spoji vysílače Trix. Opravte si laskavě: tranzistory  $T_6$ ,  $T_7$  a  $T_8$  mají být upraveny v otvorech  $\varnothing 8,2$  mm, emitor  $T_6$  (e) má byt spojen s otvorem vpravo. Kroužky e, b, k u  $T_6$ ,  $T_7$  a  $T_8$  nejsou otvory v desce

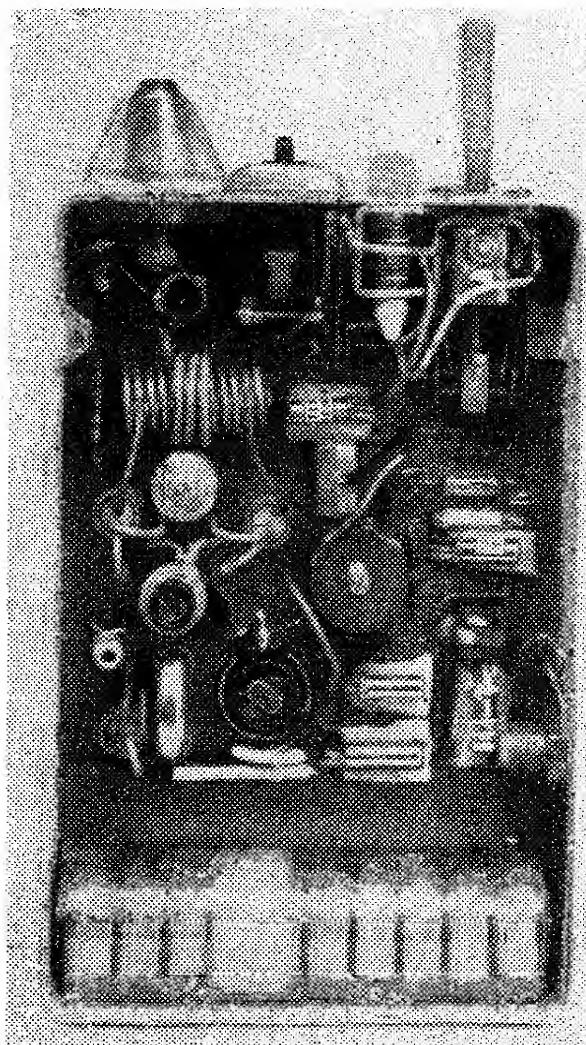
a vzhledem k lepší účinnosti antény se docílí většího dosahu vysílače (relativním zvýšením výkonu). Výkon tohoto zařízení je ve srovnání s vysílačem Multton nižší. Ukázalo se však, že je naprostot dostačující. Vysílač je ovládán telefonním tlačítkem (obr. 87) a dvoupojedovým spínačem, upraveným z telefonního přepínače (obr. 88).

## X. 2. Přijímač Trix

Přijímač je totožný s přijímačem Multton II, je to v podstatě základní díl se 3 spínacími obvody. Tato koncepce byla volena úmyslně, pro možnost záměny obou vysílačů. Přijímač Trix byl se-staven též v druhé verzi montáže – za



'Obr. 87. Telefonní tlačítkový spínač



Obr. 86. Rozmístění součástek vysílače Trix

sebou, o které byla zmínka ve všeobecné části na obr. 6. Tato verze přijímače je vhodná pro menší, resp. štíhlejší modely a bude pravděpodobně popsána v časopise Modelář. Je samozřejmé, že lze přijímač Trix rozšířit pro možnost příjmu více povelů, pokud stačí rozsah nf oscilátoru vysílače.

Na závěr několik výsledků měření popisovaných R/C zařízení Multton II a Trix, jak byly provedeny autorem. Aparatura byla v termostatu ohřáta na teplotu 45 °C po dobu 25 min. při relativní vlhkosti 65 %. Potom bylo zjištěno, že výkon vysílače poklesl asi o 30 %, ale citlivost přijímače stoupala ve stejném poměru. Tatáž zkouška ohřevem byla provedena pro kontrolu činnosti vysílač – přijímač na vzdálenost 400 m, opět s kladným výsledkem. Při ochlazení v lednici na teplotu asi — 5 °C byl výsledek obou popsaných zkoušek stejný jako při ohřevu, výkon vysílače i citlivost přijímače nyní zůstaly téměř konstantní. V rozmezí teplot 0 ÷ 35 °C se parametry zařízení nemění. Praktickými letovými zkouškami byla spolehlivost aparatury prokázána do vzdálenosti, kdy lze bezpečně rozeznat polohu modelu.

Zbývá jen poprát novým zájemcům o dálkové ovládání modelů mnoho zdaru. A též všem čtenářům mnoho úspěchů při aplikaci R/C aparatur v ostatních oblastech jejich zájmu.

*Seznam součástí pro přijímač Multton II*

$C_1$  – 15 pF ker.  
 $C_2$  – 39 pF ker.  
 $C_3$  – TC 922 10  $\mu$ F  
 $C_4$  – 32 pF ker.  
 $C_5$  – 82 pF ker.  
 $C_6$  – 10 000 pF styroflex  
 $C_7$  – TC 922 10  $\mu$ F  
 $C_8$  – TC 922 10  $\mu$ F  
 $C_9$  – TC 922 10  $\mu$ F  
 $C_{10}$  – TC 922 2  $\mu$ F  
 $C_{11}$  – TC 922 2  $\mu$ F  
 $C_{12}$  – 32 pF ker.  
 $C_s$  – viz nastav. předpis  
 $C_x$  – viz text, ker.

$R_1$  – 10k odporový trimr  
 $R_2$  – TR 113 10k  
 $R_3$  – TR 113 10k  
 $R_4$  – TR 113 6k8  
 $R_5$  – TR 113 820  
 $R_6$  – TR 113 5k6  
 $R_7$  – TR 113 6k8  
 $R_8$  – TR 113 5k6  
 $R_9$  – TR 113 5k6  
 $R_{10}$  – 1k odporový trimr  
 $R_{11}$  – TR 113 470–680  
 $R_{12}$  – TR 113 470–680

Relé 230  $\Omega$  MVVS – AR-2

$D_1, D_2$  – 5NN41

$D_3$  – 3NZ70

$D_4$  – 1 ÷ 5NN41

$L_1$  – 12 záv 0,4 CuL na kostře  $\varnothing$  5 mm,  
jádro M4

$Tl_1$  – 80 záv 0,1 CuL na  $\varnothing$  4 mm  
 $L = 8 \mu$ H

$Tl_2$  – ferit. jádro EI  $3 \times 3$  mm  $L =$   
 $= 0,75$  H

$TR_1$  – jádro permalloy  $5 \times 5$  mm; 4 : 1  
(P – 0,4 H)

$TR_2$  – jádro ferit  $3 \times 3$  mm, 6 : 1, viz  
nastav. předpis (tabulka)

$T_1$  – 0C170

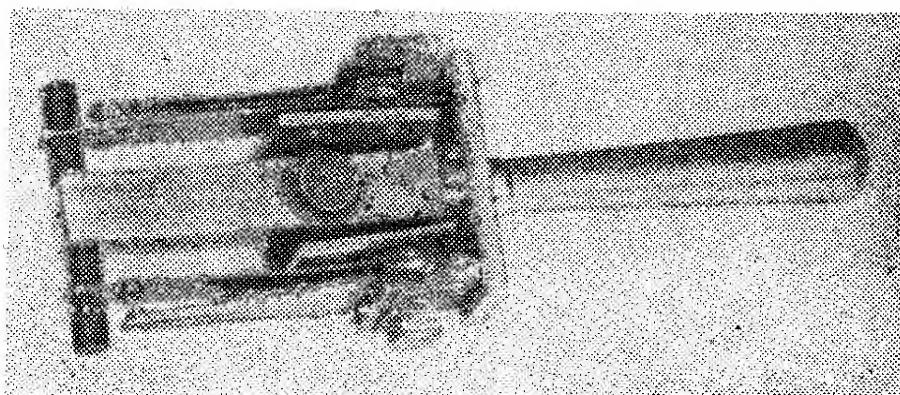
$T_2, T_3$  – 103NU70 ÷ 107NU70

$T_4$  – 102NU71

$T_5, T_6$  – 102NU71 (104NU71)

*Seznam součástí pro vysílač Multton II*

$C_1$  – 0,1  $\mu$ F  
 $C_2$  – 4700 pF  
 $C_3$  – 4700 pF ker.  
 $C_4$  – 5 ÷ 30 pF trimr Tesla  
 $C_5$  – 1000 pF ker.  
 $C_6$  – 5 ÷ 30 pF trimr Tesla  
 $C_7$  – 32 ÷ 100 pF viz nastav. předpis  
 $C_8$  – 4700 pF ker.  
 $C_9, C_{10}$  – 0,1  $\mu$ F  
 $C_{11}$  – 10  $\mu$ F  
 $C_{12}$  – 32 pF  
 $R_1$  – TR 113 M1  
 $R_2$  – TR 113 15k  
 $R_3$  – TR 113 3k9  
 $R_4$  – TR 113 3k3  
 $R_5$  – TR 113 470  
 $R_6$  – TR 113 15k  
 $R_7$  – TR 113 1k2  
 $R_8$  – TR 113 4k7  
 $R_9$  – TR 113 8k2  
 $R_{10}$  – TR 113 820  
 $R_{11}$  – TR 113 10k  
 $R_{12}$  – TR 113 1k  
 $R_{13}$  – TR 113 odporový trimr 1k  
 $R_{14}$  – TR 101 220  
 $R_{15}, R_{22}$  – TR 113 3k9  
 $R_{16}, R_{21}$  – TR 113 820  
 $R_{18}, R_{19}$  – TR 113 33k  
 $R_{20}$  – trimr 22k



Obr. 88. Páčkový  
spínač na dvě po-  
lohy

$Q$  - 27, 120 MHz  
 $L_1$  - 20 záv 0,4 CuL na  $\varnothing$  8 mm  
 $L_2$  - 2  $\times$  2 záv 0,5 PVC na  $L_1$   
 $L_3$  - 12 záv na  $\varnothing$  10 mm  
 $L_4$  - 3 záv 0,8 PVC na  $L_3$   
 $Tl_1$  - ferit. hrneček  $\varnothing$  18,  $L = 0,82$  H  
 (viz nast. předpis)  
 $Tl_2$  - ferit. jádro 3  $\times$  3 mm,  $L = 0,8$  H  
 (viz nast. předpis)  
 $Tl_4$  - 4  $\times$  50 záv 0,1 CuL na  $\varnothing$  5 mm  
 $D_1, D_2$  - 2  $\div$  5NN41  
 $D_3$  - 3NZ70  
 $T_1, T_2, T_{12}, T_{13}, T_{14}, T_{15}$  - 103  $\div$  107NU70  
 $T_3, T_{11}$  - 102NU71  
 $T_4, T_9, T_{10}$  - 0C76  
 $T_6$  - 0C170  
 $T_5$  - 0C74 nebo 0C76  
 $T_7, T_8$  - 2  $\times$  0C170 paralelně nebo  
 GF501  $\div$  505

### Seznam součástí pro vysílač Trix

$C_1$  - 0,1  $\mu$ F  
 $C_2$  - 3300 pF  
 $C_3$  - 4700 pF ker.  
 $C_4$  - 10 pF ker.  
 $C_5$  - 1000 pF ker.  
 $C_6$  - 3  $\div$  30 pF trimr ker.  
 $C_7$  - 20  $\div$  150 pF ker.  
 $C_8$  - 4700 pF ker.  
 $C_L$  - styroflex, viz text  
 $R_1$  - TR 113 M1  
 $R_2$  - TR 113 15k  
 $R_3$  - TR 113 3k9  
 $R_4$  - TR 113 3k3  
 $R_5$  - TR 113 470  
 $R_6$  - TR 113 15k  
 $R_7$  - TR 113 820  
 $R_8$  - TR 113 4k7  
 $R_9$  - TR 113 8k2

$R_{10}$  - TR 113 820  
 $R_{11}$  - TR 113 10k  
 $R_{12}$  - TR 113 1k  
 $R_{e13}$  - odpor. trimr 1k  
 $L_1$  - 20 záv 0,4 CuL na  $\varnothing$  8 mm,  
 jádro M7  
 $L_2$  - 2  $\times$  2 záv 0,5 mm s izolací PVC,  
 vinuto na  $L_1$   
 $L_3$  - 12 záv 1,6 CuL na  $\varnothing$  10, odb. na  
 2. záv od konců  
 $L_4$  - 3 záv PVC  
 $L_5$  - 20 záv 0,4 CuL na  $\varnothing$  8, jádro M7  
 $Tl_1$  - 820 záv 0,125 CuL na feritovém  
 hrnečkovém jádru  $\varnothing$  18  
 $Tl_2$  - 500 záv 0,1  $\div$  0,12 CuL na ferit.  
 EI 3  $\times$  3  
 $Tl_3$  - 4  $\times$  40 záv 0,1 CuL na  $\varnothing$  4 mm  
 odpor 1M/0,25 W  
 $T_1, T_2$  - 103NU70  $\div$  107NU70  
 $T_3$  - 104NU70  
 $T_4$  - 0C76  
 $T_5$  - 0C74  
 $T_6$  - 0C170  
 $T_7, T_8$  - 2  $\times$  0C170 (2  $\times$  GF501)  
 $D_1$  - 4NN41

### L iteratura

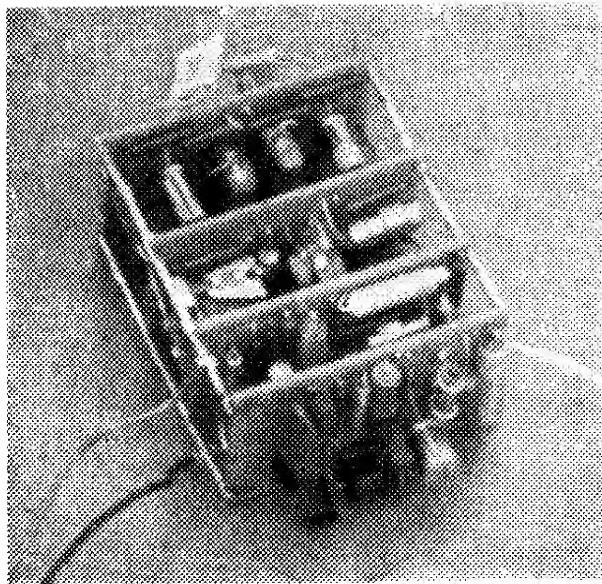
- [1] inž. Jan Hajič: Tranzistorová zařízení pro radiem řízené modely, Naše vojsko - SvaZarm, Praha 1964
- [2] Model Avia (Bel.), roč. 1960-1964
- [3] Modelář 4/64, str. 76
- [4] Modelář 12/61, str. 276
- [5] Radio und Fernsehen (NDR) 22/64
- [6] Modelle (Rak.), ročníky 1960  $\div$  1964
- [7] Radio control models (Angl.) ročníky 1960  $\div$  1965
- [8] Funktechnik (NSR) 16/59
- [9] Modelář 9/65
- [10] Modelář 10/65

**RADIOVÝ KONSTRUKTÉR** - časopis SvaZarmu, vychází dvouměsíčně. Vydává Vydavatelství časopisů MNO, Praha 1, Vladislavova 26, tel. 234 355-7. ● Hlavní redaktor František Smolík. ● Redakční rada: K. Bartoš, inž. J. Čermák, K. Donát, O. Filka, A. Hálek, inž. M. Havlíček, V. Hes, inž. J. T. Hyen, K. Krbec, A. Lavante, inž. J. Navrátil, V. Nedvěd, inž. J. Nováková, inž. O. Petráček, K. Pytner, J. Sedláček, J. Vetešník, L. Zýka. ● Redakce Praha 2, Lublaňská 57, telefon 223 630. ● Ročně vyjde 6 čísel. Cena výtisku 3,50 Kčs, pololetní předplatné 10,50 Kčs, roční předplatné 21,- Kčs. ● Rozšířuje Poštovní novinová služba, v jednotkách ozbrojených sil VČ MNO - administrace, Praha 1, Vladislavova 26. Objednávky příjemná každý poštovní úřad a doručovatel. ● Dohledací pošta Praha 07. ● Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS - vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1. ● Tiskne Naše Vojsko, závod 01, Na Valech 1, Praha 6, Dejvice. ● Za původnost příspěvků ručí autor. Redakce rukopis vrátí, bude-li vyžádán a bude-li připojena frankovaná obálka se zpětnou adresou. ● Toto číslo vyšlo 20. října 1965.

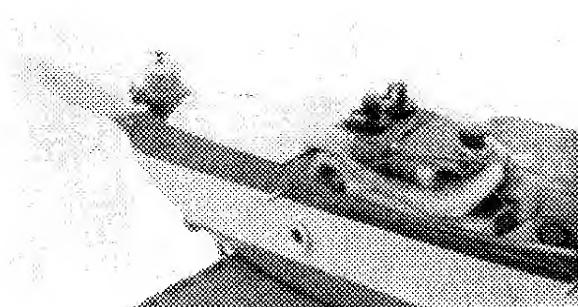
© Vydavatelství časopisů MNO Praha

A-23\*51592

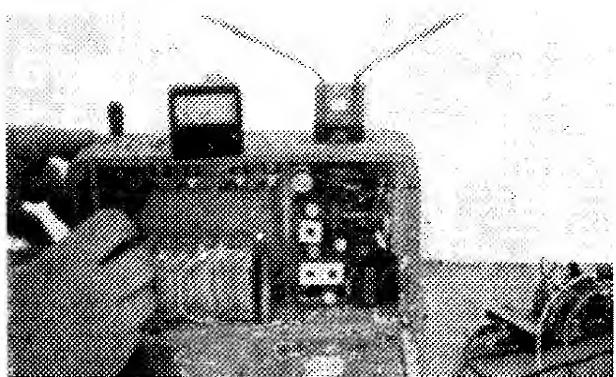
## ZE SOUTĚŽÍ R/C MODELÁŘŮ



*Detailní záběr přijímače  
(konkurs ÚV Svazarmu 1964)*



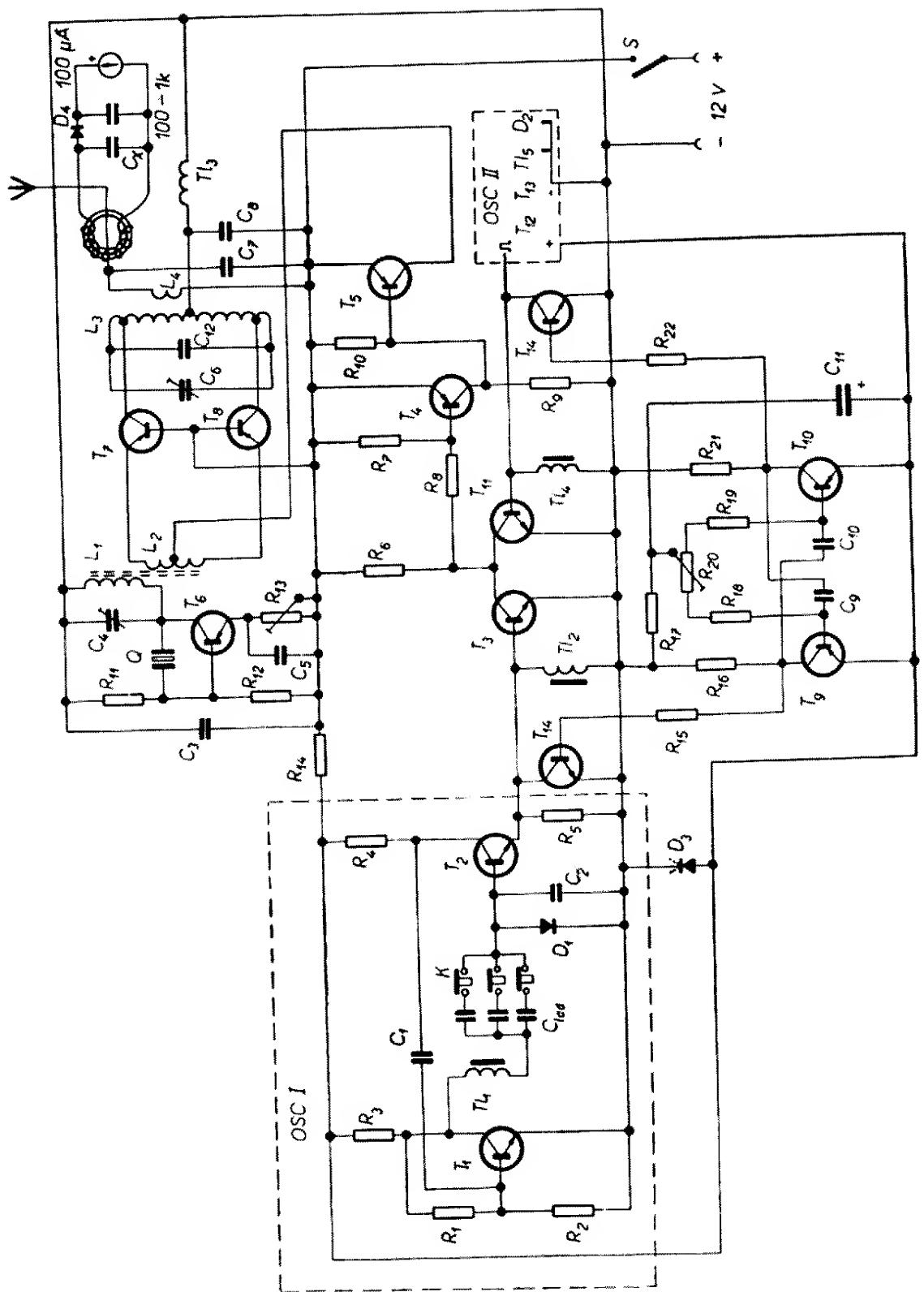
*Kontrola činnosti přijímače  
Trix v R/C modelu*



*Zařízení P. Votrubce, OK1AHO*

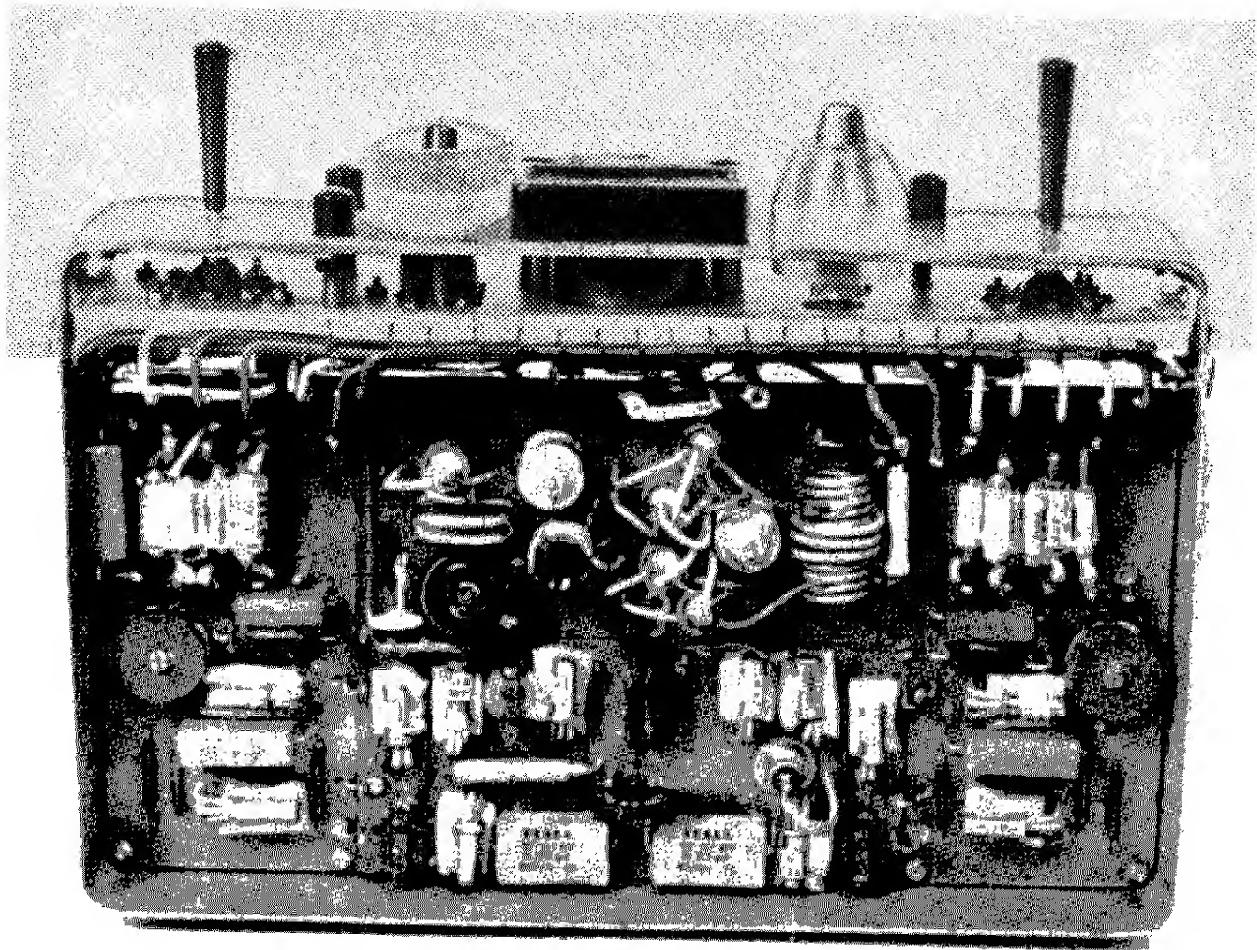
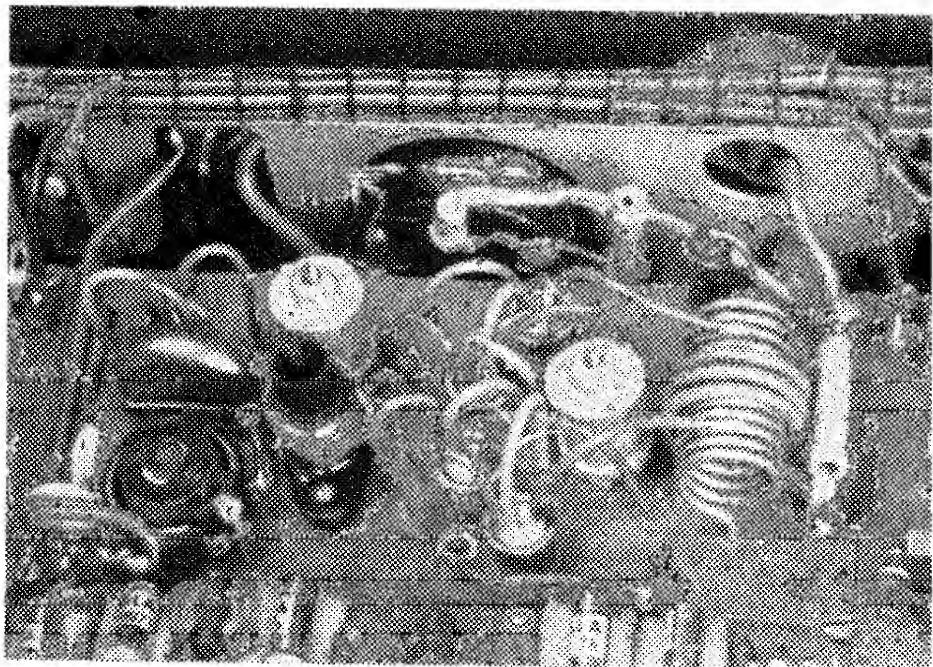


*Mistrovství republiky 1963 v Karlových Varech. S. Kačírek při seřizování vicepovelového R/C modelu*



Obr. 64. Zapojení vysílače Multion II. Tranzistor  $T_{14}$  vpravo má být značen  $T_{15}$

Obr. 67. Detail v  
dílu vysílače



Obr. 83. Vysílač soupravy Multton II